

TABLA DE VIDA DEL NIJ (Llaveia sp.);

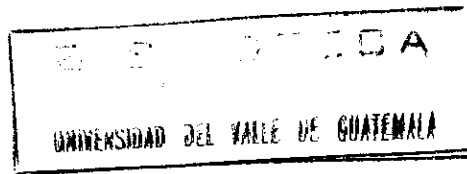
HOMOPTERA: MARGARODIDAE

And the first thing I did was to
get a good idea of what the
company was doing.

And the first thing I did was to
get a good idea of what the
company was doing.

And the first thing I did was to
get a good idea of what the
company was doing.

And the first thing I did was to
get a good idea of what the
company was doing.



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Biología

TABLA DE VIDA DEL NIJ (Llaveia sp.);

HOMOPTERA: MARGARODIDAE

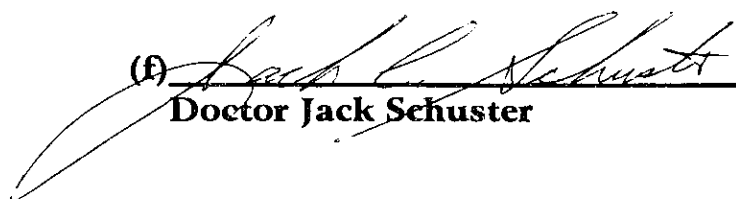
MARIA ESTHER GONZALEZ MOLINA

**Trabajo de investigación presentado para optar al
grado académico de Licenciada en Biología**

Guatemala

1994

Vo. Bo. :

(f) 

Doctor Jack Schuster

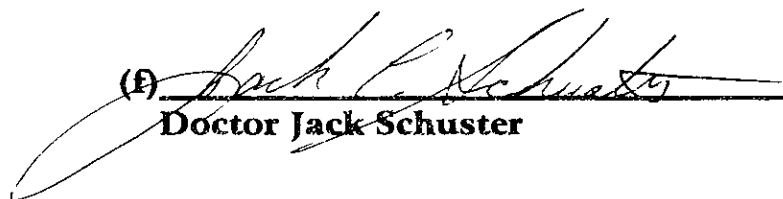
Tribunal:

(f) 

Doctora Margaret Dix

(f) 

Doctor Charles MacVean

(f) 

Doctor Jack Schuster

Fecha de aprobación: 29 de julio de 1994.

Agradezco a:

*mis padres que me dieron la oportunidad
de estudiar y me apoyaron a lo largo de
la carrera,*

*Rosa Morales por su ayuda y por
permitir que el estudio se llevara a
cabo en su terreno,*

*el Dr. Jack Schuster por asesorar esta
tesis,*

*el Dr. Charles MacVean, de quien surgió
la idea de este estudio, por sus
valiosas sugerencias y*

*la Doctora Margaret Dix por su apoyo y
contribución para que terminara el
trabajo de tesis*

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCION	1
A. Biología del nij	2
1. Ciclo de vida	2
2. Planta hospedera	3
3. Distribución	3
4. Diversidad	4
B. Utilización de escamas en la industria	5
C. Cultivo del nij	6
D. La cera	7
1. Preparación	7
2. Propiedades físicas y químicas	9
E. Tabla de vida	10
1. Análisis	10
2. Tipos de tablas	11
3. Uso	12
II. OBJETIVOS	15
A. Objetivo general	15

	Páginas
B. Objetivos específicos	15
III. METODOLOGIA	18
A. Localidad donde se llevó a cabo el estudio	18
1. Rabinal, Baja Verapaz	18
2. Campus de la Universidad del Valle de Guatemala, Ciudad	18
B. Análisis estadístico	19
C. Nij utilizado para el estudio	23
D. Determinación de presencia de patógenos y parasitoides	24
E. Planta hospedera utilizada	25
F. Infestación de las plantas hospederas	26
G. Nij protegido contra depredadores vs. nij expuesto	26
H. Tabla de vida utilizada	27
1. Parámetros	27
2. Formato	28
I. Cuantificación del daño causado por depredadores	28
IV. RESULTADOS	30
A. Medidas de hembras adultas de nij colectadas en 1992	30

	Páginas
B. Huevecillos de nij	31
1. Número de huevos ovipuestos	31
2. Eclosión	32
3. Relación entre peso y número de huevos	33
4. Depredadores	33
C. Nij en primer estadio	38
1. Infestación de la planta hospedera	38
2. Comparación del crecimiento del nij en distintos hospederos	38
3. Comparación del crecimiento del nij protegido contra depredadores y expuesto a depredadores	39
4. Conteo en Rabinal	39
5. Conteo en el campus de la Universidad del Valle	41
D. Nij en segundo estadio	44
1. Conteo en Rabinal	44
2. Conteo en el campus de la Universidad del Valle	45
E. Nij en tercer estadio	45
1. Conteo en Rabinal	45
2. Conteo en el campus de la Universidad del Valle	46

	Páginas
F. Nij en cuarto estadio	46
1. Conteo en Rabinal	46
2. Conteo en el campus de la Universidad del Valle	47
G. Nij en quinto estadio o en etapa de adulto	48
1. Conteo en Rabinal	48
2. Conteo en el campus de la Universidad del Valle	48
H. Nij sobreviviente	49
1. Peso	49
2. Porcentaje de sobrevivencia	51
3. Curva de sobrevivencia	54
I. Porcentaje de mortandad	56
1. Mortandad ($100q_x$)	56
2. Mortandad (q_x)	56
J. Otras observaciones	63
V. DISCUSION	64
A. Huevecillos de nij	64
B. Nij en primer estadio	66
C. Nij en segundo estadio	67

	Páginas
D. Nij en tercer estadio	69
E. Nij en cuarto estadio	71
F. Nij en quinto estadio o en etapa de adulto	72
G. Nij sobreviviente	73
H. Porcentaje de mortandad	79
I. Otras observaciones	81
VI. CONCLUSIONES	83
VII. LITERATURA CITADA	87
APENDICES	
A. Taxonomía del nij	89
B. Tabla de vida	93
C. Tablas de datos brutos	94
D. Análisis estadístico	98
E. Tablas de vida	129
F. Curvas de sobrevivencia	142
G. Porcentaje de mortandad	149

LISTA DE TABLAS

Tabla		Páginas
1	Lugar, fecha y fines de colecta del nij	23
2	Fecha de conteo y etapas aproximadas de desarrollo del nij en Rabinal	40
3	Tabla de vida para las poblaciones de nij en baldes, en Rabinal	41
4	Fechas de conteos y de etapas aproximadas de desarrollo del nij en el campus de la Universidad del Valle	42
5	Tabla de vida para las poblaciones de nij en baldes afuera del invernadero del campus de la Universidad del Valle	43
6	Tabla de vida para las poblaciones de nij en baldes adentro del invernadero del campus de la Universidad del Valle	44

LISTADO DE FIGURAS

Figura		Páginas
1	Peso (g) de las hembras adultas de nij recolectadas en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992	31
2	Oviposición y porcentaje de eclosión de huevos de nij en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992	32
3	Número de huevos ovipuestos en función del peso (g) de las hembras adultas de nij colectadas en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992	34
4	Número de huevos ovipuestos en función del logaritmo en base 10 del peso (g) de las hembras adultas de nij colectadas en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992	35
5	Mortandad (100qx) tomando en cuenta un estimado visual del efecto del depredador de huevos <u>Oryssomus subterminatus</u>	36
6	Peso (g) del nij sobreviviente al final del estudio de 1993	50
7	Porcentaje de sobrevivencia final	52
8	Histograma de frecuencias de los porcentajes de sobrevivencia final	53
9	Curva de sobrevivencia para las poblaciones de nij en Rabinal	55

Figura		Páginas
10	Porcentaje de mortandad (100qx) del nij en Rabinal	57
11	Porcentaje de mortandad (100qx) del nij en el campus de la Universidad del Valle	57
12	Porcentaje de mortandad (qx) del nij en Rabinal	58
13	Porcentaje de mortandad (qx) del nij en el campus de la Universidad del Valle	59
14	Porcentaje de mortandad (qx) del nij adentro y afuera del invernadero del campus de la Universidad del Valle	61
15	Porcentaje de mortandad (qx) del nij en Rabinal y el campus de la Universidad del Valle	62

RESUMEN

El estudio de tabla de vida del nij se realizó en Rabinal, Baja Verapaz y en la ciudad de Guatemala en el campus de la Universidad del Valle. Se encontró que el principal agente causante de mortandad de la cochinilla es la larva del coccinélido Oryssomus subterminatus, que llega a consumir de 80 al 100% de los huevecillos de nij. Se observó que una hembra puede oviponer de 400 a 1,500 huevecillos y que de ellos el 10% no eclosiona. Entre el peso de la hembra adulta y el número de huevos que oviponen existe una relación cuya ecuación es:

$$Y = 2830.02 \log x + 1723.27$$

También se encontró que el porcentaje de mortandad es mayor en los primeros estadíos del nij y que un potencial depredador en estos estadíos es el coccinélido Rodolia cardinalis.

El nij tiene una curva de sobrevivencia del Tipo III y que utiliza la **selección-r**. No se dio una diferencia significativa entre ambas localidades en el porcentaje promedio de sobrevivencia final, siendo del 4%, ($F=0.62$, $P=0.45$) ni en el peso promedio de los individuos sobrevivientes ($F=0.10$, $P=0.76$).

Los resultados sugieren que el desarrollo del nij no se ve afectado significativamente si crece en otro lugar fuera de su habitat de colecta, Rabinal y que con la fórmula

$$\text{No. de masas de huevos de nij} = \frac{\text{No. de nij cosechado}}{31.95}$$

se puede calcular el número de nij que se desea cosechar.

I. INTRODUCCION

El nij (Llaveia sp.; Homoptera: Margarodidae) (Apéndice A) es una escama o cochinilla cuyo cuerpo, en su mayoría, consiste de grasa. A esta grasa se le ha dado diversos usos, incluyendo el de impermeabilizar maderas y jícaras, fijar pigmentos a superficies como base de pinturas faciales y corporales, y como medicamento folklórico (Jenkins, 1970). Ha sido utilizada en Mesoamérica desde la época pre-colombina (Jenkins, 1970). Hoy en día, algunas personas la siguen usando para dar brillo a jícaras y trabajos artesanales, para barnizar muebles y como medicamento. En Guatemala, la grasa se trabaja en el área de Baja Verapaz, principalmente en Rabinal, para darle el acabado a los famosos chinchines navideños que se ven en las posadas (tradición guatemalteca). A pesar que el nij ha sido utilizado desde hace tanto tiempo, se conoce muy poco de la biología del insecto y de la química de su grasa. La literatura disponible sobre el tema consiste mayormente en relatos anecdóticos y no en estudios científicos.

En este trabajo se pretende conocer aspectos fundamentales del desarrollo y la sobrevivencia del nij en forma de una tabla de vida.

A. Biología del nij

1. Ciclo de vida. Las cochinillas del género Llaveia parecen tener una generación al año (Jenkins, 1970). El nij, durante su crecimiento, vive sobre las venas del envés de las hojas o sobre la corteza de las ramas de la planta hospedera (Morrison, 1928). En los primeros estadios buscan lugares de la planta con tejidos suaves, como son las hojas y tallos verdes. Ya en los últimos estadios pueden colocarse en el tronco principal de la planta. Las hembras adultas llegan a medir casi dos centímetros de largo y cuando alcanzan este tamaño, bajan de la planta (aproximadamente a finales de septiembre) y se esconden debajo de hojas y grietas en el suelo o debajo de rocas. Allí, la hembra secreta una materia algodonosa de color blanco durante el período de oviposición (Morrison, 1928). Se cubren por completo de este algodón y allí ovipositan. Llegan a poner hasta 1,500 huevos, que son de color naranja y miden alrededor de 2 milímetros. La etapa de huevo dura toda la época seca (de noviembre a febrero). Los huevos empiezan a eclosionar en diferentes momentos durante dos meses, después de caer las primeras lluvias (aproximadamente a fines de febrero y principio de marzo). De esta manera, en una colonia se pueden encontrar diferentes estadios del insecto (Jenkins, 1970).

Durante el estudio se observó que las hembras mudan cuatro veces con intervalos de aproximadamente un mes entre cada muda. Después de la cuarta

muda, las hembras ya están listas para el apareamiento. Los machos, en cambio, dejan de alimentarse del hospedero después de la segunda muda, y buscan un lugar protegido (debajo de hojas en el suelo, debajo de la corteza de la planta hospedera, en grietas en el suelo o debajo de rocas) donde se encapsulan en una masa cerosa blanca. En la cápsula pasan dos estadios más, aproximadamente dos meses, y luego emergen como machos adultos alados. Los machos adultos viven pocos días, durante los cuales copulan con la hembra y desaparecen (Jenkins, 1970).

2. Planta hospedera. El nij vive en diferentes tipos de árboles y arbustos que incluyen entre los más comunes: Spondias (jocote jobo, ciruelo; Anacardiaceae), Jatropha (piñón; Euphorbiaceae), Acacia, Mimosa y Cassia (plantas leguminosas; Mimosaceae). Otras plantas donde se le ha encontrado son: Bursera (Palo jiote) y Urera (Chichicaste) (Dirección General de Agricultura, 1940). Algunas de estas plantas son conocidas por características especiales de su savia. Pueden tener savia que sea lechosa, gomosa, resinosa o que contenga alcaloides (Jenkins, 1964).

3. Distribución. La distribución exacta de Llaveia sp. no se conoce, pero se sabe que se encuentra de México a Panamá en alturas menores de los 1,372

metros (Jenkins, 1970). Se han encontrado colonias de este insecto en cuatro distintos climas, según Jenkins (1970): clima húmedo de Veracruz, en piñón y jocote; clima más seco de la cuenca del río Balsas, en Acacia cochliacantha en bosque espinoso; clima semi-seco de Baja Verapaz, Guatemala, en piñón y jocote en cercos y jardines de las casas; y clima caribeño de Valladolid, México, en jocotes de los jardines de las casas. Para Guatemala, su distribución fue descrita en tiempos del Presidente Jorge Ubico (1931-1944) como sigue: Rabinal, Cubulco, San Gabriel, Carchá, Cahabón, Amatitlán, Cuilapa, Barberena y Santa Rosa (Dirección General de Agricultura, 1940). Actualmente, en Guatemala se encuentran poblaciones de nij en Rabinal y San Miguel Chicaj, Baja Verapaz; en México en Valladolid, Yucatán; Huetamo, Michoacán; y Chiapa de Corzo, Chiapas. No se conoce el hábitat nativo del nij y la posible causa de falta de información puede ser debido a que en algunos lugares el cultivo y proceso de preparación de la cera es un secreto (Jenkins, 1964). Parece ser que la distribución del insecto depende mucho del hombre y que sobrevive gracias a que lo cultivan (MacVean, 1993).

4. Diversidad. Para Llaveia se han asignado a través del tiempo 14 especies y subespecies. Morrison (1928) únicamente incluye cuatro especies en la clave para el género, las cuales son: L. oaxacoensis Morrison, L. mexicanorum (Cockerell), L. bouvari (Signoret) y L. axin (Llave). Llaveia oaxacoensis se

distingue de las otras tres especies por tener setas en forma de espinas al margen del cuerpo y en el dorso. Las especies restantes solamente se diferencian entre sí por la longitud del cuerpo (L. mexicanorum, 7-12mm; L. axin y L. bouvari, 16-25mm). Se considera que el tamaño es una característica poco confiable para tomarla como una diferencia entre especies, puesto que en una misma especie puede variar el tamaño debido a diferentes factores. Aunque es probable que las cochinillas observadas en el estudio de tablas de vida correspondan a L. axin, según la descripción de De la Llave (1832), actualmente no se ha realizado una revisión del género que tome en cuenta esta variabilidad intraespecífica, por lo que en este estudio el nij será llamado Llaveia sp.

B. Utilización de escamas en la industria.

Existen numerosas referencias del siglo XVI de guacales cubiertos con una pintura bonita y durable (Jenkins, 1964). De la escama (nij) se extrae su grasa, una sustancia conocida en México como **aje**, que se aplica junto con otros materiales (ceniza, tierras, anilina) para pintar y barnizar sus artesanías (Jenkins, 1964). En Guatemala, durante la época del Presidente Ubico, a la misma sustancia extraída de la escama se le llamaba **nige**. El nige se extraía de diversas especies de coccidos, principalmente de Llaveia (Dirección General de Agricultura, 1940). Los materiales básicos utilizados para preparar la laca tradicional de

México son: tierra blanca pulverizada (dolomita), aceite secante (proveniente de semillas de Salvia) y la grasa de Llaveia axin (Llave). De los tres ingredientes, el nij es el que menos se conoce y el que parece ser el principal constituyente de la laca mesoamericana (Jenkins, 1964).

Kosztarab (1987) menciona varias escamas, además del nij, que tienen o han tenido importancia artesanal. De Kermes ilici (L.) y K. vermilio Planchon (Kermesidae) se hacían tintes rojos en el Mediterráneo. Kerria lacca (Kerr) (Tachardiidae), cultivada en el Oriente, produce una cera precursora del "shellac", producto aún muy importante en la India y otros países cercanos. Dactylopius coccus Costa (Dactylopiidae) es cultivado en las Islas Canarias y en Centroamérica para obtener un tinte rojo. La cochinilla, Eriococcus pela (Chavannes)(Coccidae), produce grandes cantidades de cera que eran utilizadas en la China para producir candelas. Otro coccido, Gascardia cerifera (F.), también era usado para candelas en la India.

C. Cultivo del nij

El nij se recolecta de la naturaleza como adulto o puede ser cultivado. El cultivo se realiza guardando durante el período de incubación (época seca) a las hembras adultas. La hembra madura es la que se cosecha a finales de la época lluviosa, entre agosto y diciembre. Se guardan en tinajas o en recipientes

cubiertos con tusas en donde las hembras oviponen. Al oviponer, la hembra se rodea de una masa algodonosa. A principios del invierno se colocan las masas algodonosas con nij en primer estadio en la base de los árboles adecuados. La masa algodonosa se coloca dentro de una jícara pequeña. Luego, el nij en primer estadio sube por la planta hospedera, ya que durante esta etapa son muy móviles (Jenkins, 1964). En Panamá, los indios Guaymí lo utilizan como pinturas, ungüento protector de la planta de los pies y medicamento. Lo cultivan en diferentes camadas de huevos a manera que crezca a intervalos espaciados para asegurarse una fuente constante de la substancia (Gordon, 1957). En Guatemala, el nij se cultiva sobre piñón en Rabinal, Baja Verapaz. El piñón (Jatropha curcas L.) parece ser la planta hospedera más utilizada para el cultivo del insecto (McBryde, 1943).

D. La cera

1. Preparación. La grasa del Nij es de color amarillo y con olor a mantequilla rancia. El proceso de preparación de la cera será descrito con base en observaciones personales en Rabinal, Baja Verapaz, Guatemala y por la narración en el informe de la Dirección General de Agricultura (1940). Las hembras adultas del nij se recolectan en cubetas o cualquier contenedor. Ya que se tiene suficientes nij, aproximadamente 15,000 insectos, se limpian del polvo ceroso que los

envuelve con agua y luego se cocen en una olla grande con agua. Cuando ya han hervido, se comienza a triturar los insectos por pequeñas cantidades con un molinillo a través de una manta. El objetivo de utilizar la manta es filtrar la cutícula y todas las partes quitinizadas, dejando pasar únicamente la grasa disuelta y el agua hirviendo. La tinaja que contiene la mezcla de agua y grasa se cubre y se deja reposar toda la noche. Al día siguiente, se recolecta toda la grasa sobrenadante y, la mezcla de agua y grasa se bate con la mano hasta formar una bola de cera. El informe de la Dirección General de Agricultura (1940), dice que la parte de los insectos que ha quedado se seca y pulveriza en un mortero para luego mezclarlo con la cera. La cera obtenida tiene un color naranja debido a que la grasa contiene otros pigmentos que son solubles en alcohol (Dirección General de Agricultura, 1940). En Rabinal eliminan los pigmentos al lavar la cera con agua y jabón de coche, amasando y exprimiendo. La función del jabón es evitar que la cera se pegue en las manos de la persona encargada de lavar la grasa. Por último, de esta masa de grasa se forman bolas de aproximadamente medio kilogramo y se envuelven en hojas o tusas para sacarlas al mercado (Jenkins, 1964). La cera obtenida del nij tiene la consistencia de mantequilla suave. Al estar expuesta al aire, la parte exterior de la bola de cera se endurece y toma un color café, dando la impresión que el material está oxidado. Esta mantequilla se aplica a las jícaras o guacales untándola sobre el objeto con las manos, luego

frotando el pigmento deseado en polvo. Algunas personas derriten la cera en aceite de linaza, espesándola con el tizne ("negro de humo") o cualquier pintura en polvo, de manera que quede fluido para aplicar con facilidad sobre el objeto que deberá ser previamente pulido para que quede lustroso (Dirección General de Agricultura, 1940). Sin pigmentos, la cera es transparente con una leve tonalidad café, mientras que con ellos el acabado es opaco y brillante del color del pigmento. Después de la primera capa de barniz, se frota con la palma de la mano hasta que quede pulida, agregándole cera caliente cuando sea necesario (Dirección General de Agricultura, 1940).

2. Propiedades físicas y químicas. De la química de la cera se conoce muy poco. Únicamente se tienen resultados de análisis realizados por V.G. Bloede en 1868 (USDA, 1869) y el mencionado en el informe de la Dirección General de Agricultura (1940). Actualmente se está realizando un trabajo de química analítica de la cera, del cual se ha obtenido que la grasa consiste de tres componentes principales: un lípido polar, un grupo de triacilgliceroles y un grupo de ácidos grasos libres. Bloede (1868), citado en el informe de USDA (1869), describe las siguientes propiedades físicas de la cera: es neutral, se derrite a 120°F. La grasa no es soluble en alcohol caliente o frío pero sí lo es en éter, trementina, benceno y cloroformo. Entre las propiedades químicas, a la cera se

le ha colocado entre los aceites secantes. Contiene un ácido volátil peculiar, conocido como ácido níinico. Consiste de un aceite fluido, la oleína, y un aceite sólido compuesto por ácido esteárico, ácido margárico y otros ácidos grasos. La solución de cera y trementina adquiere la propiedad de barniz resinoso al ser expuesto al aire. El señor Bloede menciona que la importancia comercial de la cera es la propiedad de formar un barniz resinoso y que podría ser utilizado en la fabricación de productos impermeables.

En el informe de la Dirección General de Agricultura (1940) se dice que la cera esta constituida por una grasa amarilla, labeína, y otra blanca, nigeína. De la cera en bruto tratada con alcohol se pueden separar las dos sustancias; el alcohol sólo disuelve la nigeína. La labeína y nigeína son solubles en éter y gasolina. Industrialmente la cera se usa completa.

E. Tabla de vida

Una tabla de vida es una tabulación condensada de la información esencial perteneciente a la mortandad de una población de individuos (Harcourt, 1969) (Apéndice B).

1. Análisis. Primero hay que analizar los diferentes factores de mortandad para determinar la contribución hecha por cada uno en cambios de la

población, y segundo, tratar de hacer submodelos para estas mortalidades. La prueba final para un método de análisis es combinar todos los submodelos en una sola fórmula y examinar si la densidad de la población predicha por la fórmula coincide con lo observado. El principal interés es tener un modelo que explique los mecanismos biológicos relacionados y que no sólo prediga cambios en la población, sino que también explique los niveles de la población en los que el cambio se llevó a cabo (Varley & Gradwell, 1970).

El estudio que relaciona el impacto de enemigos naturales sobre sus hospederos incluye dos poblaciones de hospederos: una población con enemigo natural y la otra sin el enemigo. Al comparar las densidades y mortandades resultantes de las dos poblaciones, las diferencias se le atribuirán al enemigo natural. El impacto causado por el agente se cuantifica en términos de la mortandad y la reducción en la densidad poblacional. Los datos obtenidos en el estudio son utilizados para la construcción y análisis de la tabla de vida de la población afectada. La tabla de vida permite una cuantificación detallada de la mortandad causada por el enemigo natural, separándolo de otros factores de mortandad que también son cuantificados (Bellows et al., 1992).

2. Tipos de tablas. Las tablas de vida para insectos típicamente se organizan alrededor de estadíos en vez de edades y se pueden construir de dos formas:

a. Tabla de vida horizontal (stage-specific). Es utilizada en poblaciones con una generación de individuos cuyo número y mortandad son determinados en un período dado (Bellows et al., 1992).

b. Tabla de vida vertical (age-specific). Es aplicada en poblaciones que continuamente se reproducen. A la población se le examina la estructura de la edad en un momento dado en el tiempo y de allí se infiere las mortandades de cada estadio. Con este método, se asume que la población alcanzó una distribución de edad estable y que los factores de mortandad son constantes (Bellows et al., 1992).

3. Uso. Un ejemplo de uso de tabla de vida fue en un estudio (Way et al., 1992) de depredación de huevos del cerambícido barrenador de eucalipto, Phoracantha semipunctata F. por una hormiga. Se encontró que las hormigas Iridomyrmex humilis (Mayr) y otras especies remueven con rapidez los grupos de huevos artificialmente expuestos; esto apoya la evidencia de la importancia de algunas hormigas como depredadoras de muchos insectos que depositan huevos expuestos. Sin embargo, el cerambícido barrenador no deja sus huevos expuestos; oviposita en grietas sobre la corteza de los árboles. Aproximadamente el 60% de cerambícidos lo hacen en grietas de menos de 0.65 mm de ancho, espacio en el

cual pequeñas hormigas no podrían alcanzar los huevos. En casos en que árboles caídos ya están muy infestados, la depredación de huevos por hormigas parece no tener importancia comparado con la mortandad causada por la competencia entre larvas. En este caso, no se le puede acreditar a la depredación de huevos la correlación positiva observada entre la presencia de la hormiga *I. humilis* y la ausencia de daños causados por el cerambycido *P. semipunctata* en árboles de pie.

Otro ejemplo del uso de tablas de vida es el estudio experimental de la sobrevivencia de la palomilla, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae); en los primeros estadíos (Kyi et al., 1991). En Australia, *H. armigera* es una de las más importantes plagas de cultivos agrícolas, especialmente algodón, vegetales y granos. Los objetivos de este experimento eran examinar y comparar los factores que podrían afectar la sobrevivencia de los inmaduros de la palomilla sobre plantas de algodón en el campo y en invernaderos. El trabajo en el campo consistió en colocar hembras para que ovipusieran en las plantas de algodón. Los huevos se enmarcaron en un círculo de tinta y se contaron. Se llevaron a cabo cinco distintos tratamientos en los que se consideraba factores como: viento, lluvia, depredadores, cambios en la orientación de las hojas de algodón. La misma metodología se aplicó para las plantas de algodón observadas en el invernadero. Como resultado se observó una mortandad (31-88%) en los primeros tres días de los huevos. Esta alta mortandad posiblemente fue causada por depredación,

desprendimiento de los huevos y por infertilidad. La mortandad del primer instar durante los días 4 y 5 es del 93-100%. El porcentaje tan alto parece ser a causa de depredación, efectos de la planta hospedera y dispersión de la larva.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Realizar tablas de vida para poblaciones de Llaveia sp. en distintas condiciones climatológicas, tratando de identificar los factores causantes de mortandad.

B. Objetivos específicos

1. Tratar de identificar los factores causantes de mortandad en las poblaciones de nij.
2. En los casos en que el factor limitante se pueda identificar, cuantificar el daño que causa a la población de nij.
3. Determinar en qué estadios del ciclo de vida del nij se da el mayor porcentaje de mortandad.
4. Determinar si varía el peso de:
 - a. el nij criado experimentalmente y el nij en condiciones naturales,

- b. el nij en plantas hospederas sembradas en baldes y el nij en plantas hospederas sembradas directamente en el suelo,
 - c. el nij localizado dentro de un invernadero y el nij localizado fuera del invernadero,
 - d. el nij en Rabinal (lugar de colecta) y el nij en el campus de la Universidad del Valle.
5. Determinar si existe relación entre el peso del nij y el número de huevos ovipuestos.
6. Determinar el porcentaje de eclosión de los huevecillos de nij.
7. Determinar si varía el porcentaje de sobrevivencia al final del estudio (antes que las hembras comenzaran a oviponer) de las poblaciones de nij:
- a. en piñones sembrados en baldes y piñones sembrados directamente en el suelo,
 - b. dentro de un invernadero y fuera del invernadero,
 - c. en Rabinal y en el campus de la Universidad del Valle.

8. Identificar el tipo de curva de sobrevivencia correspondiente a las poblaciones de nij.
9. Determinar si varía el patrón de sobrevivencia (área bajo la curva) de las poblaciones de nij:
 - a. en piñones sembrados en baldes y en piñones sembrados en el suelo,
 - b. dentro de un invernadero y fuera del invernadero,
 - c. en Rabinal y en el campus de la Universidad del Valle.
10. Tratar de determinar si la intervención del hombre al cultivar el nij ayuda a la sobrevivencia de la cochinilla.
11. Tratar de establecer si el cultivo de nij se puede expandir a otras localidades fuera de su lugar de colecta, Rabinal.

III. METODOLOGIA

A. Localidad donde se llevó acabo el estudio

El estudio consistió en realizar tablas de vida para poblaciones de nij en dos localidades diferentes:

1. Rabinal, Baja Verapaz. Lugar de colecta de las poblaciones de nij observadas. Rabinal está situado a 972 metros sobre el nivel del mar; tiene una temperatura máxima promedio de 28.3 °C y una temperatura mínima promedio de 14.4 °C, y tiene 908.6mm de precipitación pluvial anual (INSIVUMEH, 1994).

2. Campus de la Universidad del Valle, Guatemala, Ciudad. La ciudad de Guatemala está situada a 1,502 metros sobre el nivel del mar; tiene una temperatura máxima promedio de 24.4 °C y una temperatura mínima promedio de 18.3 °C, y tiene 1,196.8mm de precipitación pluvial anual (INSIVUMEH, 1994). En el campus de la Universidad también se observó poblaciones de nij dentro de un invernadero, en el que se determinó con un termómetro de máximos

y mínimos que la temperatura máxima promedio ($n=6$) era de $32.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura mínima promedio era de $21.1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

B. Análisis estadístico

Por medio de un análisis de varianza de una vía se determinó si existía diferencia entre los pesos del nij colectados en 1992 en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala. La hipótesis nula del análisis era:

No existe diferencia entre el peso del nij colectado en Chiapa de Corzo y el nij colectado en Baja Verapaz.

Se relacionaron los pesos de las hembras recolectadas en 1992 con el número de huevos puesto por cada una por medio de una regresión lineal. Con la ecuación de la regresión se calculó el número de huevos que se espera por hembra adulta sobreviviente al final del estudio de tablas de vida, dependiendo del peso de ésta.

Al final del período de observación en Rabinal y el campus de la Universidad del Valle, se recogió todo el nij que había llegado al quinto estadio vivo y se colocó individualmente dentro de tubos de vidrio que luego fueron marcados con números de identificación. Al llegar al laboratorio de la Universidad del Valle, a cada nij se le tomó su peso con una balanza analítica.

Para cada población de nij, tanto en Rabinal como en el campus de la Universidad del Valle, se hizo una curva de sobrevivencia, en las que se relaciona el número de nij que había por día de observación. Con el programa en BASIC "Insect-days" (Redak, 1988) se calculó el área bajo la curva de sobrevivencia insecto-día.

Para determinar si el desarrollo del nij variaba entre poblaciones, se realizó un análisis de varianza de una vía en el que se midió el factor localidad con sus dos niveles: Rabinal, Baja Verapaz y Universidad del Valle de Guatemala. El factor se midió por medio del peso de las hembras sobrevivientes, el porcentaje de sobrevivencia total de cada población y el área bajo la curva de sobrevivencia de las poblaciones. Las hipótesis nulas para el análisis son que no hay diferencia entre:

1. El peso del nij de Rabinal y el de la Universidad del Valle,
2. El porcentaje de sobrevivencia total del nij en las poblaciones de Rabinal y las poblaciones de la Universidad del Valle,
3. El área bajo la curva de sobrevivencia del nij en Rabinal y en la Universidad del Valle.

Adicionalmente, para las poblaciones observadas en Rabinal se realizó un análisis de varianza de una vía, en las que el factor a medir era el sitio en el que

la planta hospedera estaba sembrada, con sus dos niveles; en cerco y en balde. Las hipótesis nulas son que no hay diferencia entre:

1. El peso del nij en piñones del cerco y el peso del nij en piñones sembrados en balde,
2. El porcentaje de sobrevivencia total del nij en piñones del cerco y el nij en piñones sembrados en balde,
3. El área bajo la curva de sobrevivencia del nij en piñones del cerco y el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en piñones sembrados en balde.

Para las poblaciones de la Universidad del Valle también se realizó un análisis de varianza de una vía en las que el factor a medir era el tratamiento que se le dio a las plantas hospederas con sus dos niveles: en invernadero y afuera del invernadero. En estos casos, los factores se midieron utilizando los mismos parámetros: peso de las hembras sobrevivientes, porcentaje de sobrevivencia total y el área bajo la curva de sobrevivencia. Las hipótesis nulas para el análisis son que no hay diferencia entre:

1. El peso del nij en piñones dentro del invernadero y el peso del nij en piñones afuera del invernadero,
2. El porcentaje de sobrevivencia total del nij en piñones dentro del invernadero y el nij en piñones afuera del invernadero,

3. El área bajo la curva de sobrevivencia del nij en piñones dentro del invernadero y el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en piñones fuera del invernadero.

Para determinar si había algún estadío en el que el nij era más susceptible y tenía un porcentaje de mortandad mayor, se realizó un análisis de varianza de una vía en el que se midió el factor estadío con sus cinco niveles: primero, segundo, tercero, cuarto y adulto. La hipótesis nula del análisis es:

No existe diferencia entre el porcentaje de mortandad del primero al quinto estadío.

Al mostrarse que sí había una diferencia en los porcentajes de mortandad por estadío, se realizó la prueba de LSD para determinar entre qué estadíos estaba la diferencia.

También se deseaba observar si la mortandad por estadío se veía afectada por factores como localidad, sitio en el que los piñones están sembrados o tratamiento que se le dé a los piñones. Para determinar el efecto que estos factores tuvieron sobre el porcentaje de mortandad por estadío se realizaron tres análisis de varianza de dos vías, para los cuales sus hipótesis nulas son las mismas listadas para los

análisis de varianza de una vía, más las hipótesis nulas de la interacción, las cuales son que no existe interacción entre:

1. El factor estadio y el factor localidad,
2. El factor estadio y el factor sitio en el que los piñones están sembrados,
3. El factor estadio y el factor tratamiento que se le da al piñón.

C. Nij utilizado para el estudio

Para el trabajo se utilizó nij colectado en Chiapa de Corzo, México; Rabinal y San Miguel Chicaj, Baja Verapaz (Tabla 1).

Tabla 1

Lugar, fecha y fines de colectas del nij

Fecha	Lugar	Uso dado al nij
16-VII-1992-	San Miguel Chicaj y Rabinal, Baja Verapaz	Unos fueron llevados a la finca Santa Cecilia 94½ Km, carretera a Taxisco y a Amatitlán para infestar piñones locales. El resto permaneció en la Universidad del Valle para observar y montar muestras en láminas.
12-VIII-1992	San Miguel Chicaj y Rabinal, Baja Verapaz	Se tomó el peso y se esperó a que ovipusieran para contar el número de huevos. La progenie fue usada para el estudio de tablas de vida en la ciudad, 1993.
28-VIII-1992	Chiapa de Corzo, México	Se tomó el peso y se esperó a que ovipusieran para contar el número de huevos.
24-II-1993	Rabinal, Baja Verapaz	Usado para el estudio de tablas de vida en Rabinal, 1993.

Las hembras colectadas en septiembre de 1992 fueron colocadas individualmente en tubos de vidrio. A cada hembra se le tomó el peso con una balanza analítica y luego se les dejó en el laboratorio para que ovipusieran. Las masas de huevos puestas fueron separadas del material algodonoso que las envolvía y se realizó conteos de huevos y de eclosiones. Se realizó una regresión lineal con los datos de peso y número de huevos para determinar si existía relación entre ellos. Con el dato de eclosiones se calculó qué porcentaje de mortandad del nij es por infertilidad. Los conteos se realizaron con la ayuda de un estereoscopio Wild Heerbrugg M3Z con aumento de 6.5 X, un talímetro Jim Gem de Forestry Suppliers, pinzas, pincel y cajas petri. Posteriormente, el nij proveniente de estos huevos fue utilizado para infestar las plantas hospederas del estudio.

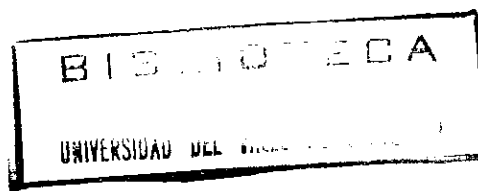
D. Determinación de presencia de patógenos y parasitoides

Los huevos no eclosionados y los insectos en primer instar muertos dentro de los tubos de experimentación fueron colocados en cajas petri con medio para hongos con base de papa (PDA) y con medio para bacterias con base de levadura (YWA) con el fin de determinar cuál era el agente causante de la mortandad.

Los nij en diferentes estadíos, provenientes de Rabinal, fueron colocados dentro de viales y se observó si algún parasitoide emergía del insecto.

E. Planta hospedera utilizada

Los habitantes de Rabinal, Baja Verapaz creen que la planta hospedera más adecuada para esta cochinilla es el piñón (Jatropha curcas) (Jenkins, 1970). A fines de la época seca de 1993 se procedió a sembrar vástagos de la planta hospedera provenientes de Santa Rosa, Guatemala, de altura promedio 1.2 m en baldes plásticos de aproximadamente 30 cm de diámetro. Se sembraron 12 piñones, 6 en cada localidad. Se compararía el desarrollo del nij con el factor localidad y sus dos niveles: Rabinal, Baja Verapaz y el campus de la Universidad del Valle de Guatemala, con seis repeticiones en cada localidad. Se trató de comparar el factor planta hospedera con sus dos niveles: piñón y jocote jobo, pero el jocote no sobrevivió sembrado en baldes por lo que únicamente quedó un jocote en Rabinal y otro en el campus de la Universidad del Valle. Para los piñones sembrados en el campus de la Universidad del Valle (UVG) se utilizó tierra negra mezclada con arena blanca en una proporción de 3:1. Para los piñones sembrados en Rabinal se utilizó tierra del lugar de observación que fue la casa de la Sra. Rosa Morales en la 6a. avenida de la cabecera municipal de Rabinal. A todos los baldes se les abrió agujeros de drenaje en la base.



F. Infestación de las plantas hospederas

Se enumeraron los baldes y cada uno se infestó con 150 nij en primer estadio. Para cada población en las dos localidades se trató de realizar un conteo quincenal o semanal y se anotó cualquier observación de agentes (depredadores, patógenos y climatológicos) que estuvieran afectando el número de individuos. El control fueron las poblaciones de nij al natural en su hábitat de colecta.

G. Nij protegido contra depredadores vs. nij expuesto

En Rabinal se deseaba comparar el desarrollo del nij con el factor acceso de depredadores y sus dos niveles: nij expuesto y nij protegido. Se iba a tener tres repeticiones de cada nivel, pero únicamente se cubrieron dos piñones sembrados en baldes escogidos al azar, y el jocote utilizado para observación con jaulas de organza de 2m x 1m x 1m para determinar si la mortandad de las poblaciones de nij disminuía al evitar el acceso a depredadores. El experimento no funcionó por lo que todos los baldes quedaron expuestos y además se comenzó a observar poblaciones de nij en segundo estadio en dos secciones de aproximadamente 50cm de largo cada una, marcadas con estacas, a lo largo de un cerco de piñón de aproximadamente 4m de largo.

En la Universidad del Valle se dejaron tres baldes a la intemperie y otros tres dentro de un invernadero con la idea que el nij adentro del invernadero tendría una menor probabilidad de ser atacado por depredadores.

H. Tabla de vida utilizada

Se realizaron tablas de vida horizontales, ya que el nij se reproduce en generaciones discretas. Los datos se comenzaron a ingresar en las tablas de vida con el nij en primer estadio.

I. Parámetros.

a. Número al inicio de cada estadio (l_x). Esta cantidad se puede medir directamente durante el período en que el conteo se realiza ó estimando las densidades por estadio en un período de tiempo (Bellows et al., 1992).

b. Mortandad en cada estadio. La mortandad se le puede atribuir a un agente específico de las siguientes maneras:

i. Mortandad real ($100q_x$). Es la razón del número de individuos que mueren en un estadio al número de individuos inicial en el primer estadio ($100 q_x = dx/l_0$),

ii. Mortandad aparente (q_x). Es la razón del número de individuos que mueren en un estadio al número de individuos al inicio del mismo estadio ($q_x = dx/l_x$).

2. Formato. Se elaboró una tabla de vida con el siguiente formato (Apéndice B):

x	l_x	dF_x	dx	q_x	$100q_x$	S_x
Huevos						
1er estadio						
2do estadio						
3er estadio						
4to estadio						
5to estadio						

I. Cuantificación del daño causado por depredadores

Durante el estudio se encontró un depredador de huevos de n_{ij} . Para medir el porcentaje de mortandad que causaba el depredador, se escogió masas de huevos provenientes de las hembras adultas sobrevivientes al final del estudio de tablas de vida (1993) y se colocaron en las bases de piñones en un terreno cubierto con monte espinoso, perteneciente a Rosa Morales, en Rabinal. Antes de colocar los huevos en el área escogida, se hizo un cálculo del número de huevos en la masa en base al peso de la hembra.

Se escogió tres piñones en un terreno donde éstos se encontraban al natural y estaban alejados de actividades humanas. En la base del primer piñón se colocó cinco masas de huevos sobre el suelo y se recubrieron con hojarasca y la sexta masa de huevos se colocó dentro de una jícara (fruto seco de Crescentia sp.). En la base del segundo piñón también se colocó cinco masas de huevos y una masa dentro de una jícara, y en el tercer piñón, por ser pequeño, únicamente se colocó tres masas de huevos sobre el suelo y se recubrieron con hojarasca. En total habían 15 masas de huevos expuestas en el campo y de las 15 masas, dos estaban protegidas por una jícara. Cerca de cada masa de huevos se colocó un pedazo de esparadrapo con datos (de qué hembra provenían), que permitió identificar cada masa y se pudo calcular el número de huevos en cada una con base en el peso de la hembra. Se trató de hacer observaciones de campo quincenales para anotar si llegaba algún depredador y, en los casos que así fue, se realizó un conteo del número de depredadores y de los huevos que no fueron dañados.

IV. RESULTADOS

Los resultados del estudio se irán presentando en el orden en que se da el ciclo de vida del nij, comenzando con las hembras adultas colectadas en 1992 y terminando con las hembras adultas al final del estudio de tablas de vida.

A. Medidas de hembras adultas de nij colectadas en 1992

De las hembras de nij recolectadas en 1992 en Chiapa de Corzo, México y en Baja Verapaz, Guatemala, se encontró que el largo del cuerpo varió de 17.15mm a 20.85mm. También se observó que pesaba más el nij proveniente de Baja Verapaz (Figura 1) (Apéndice C, Tabla C.1). Con el análisis de varianza de una vía se determinó que el peso del nij colectado en Chiapa de Corzo, México difiere significativamente ($F = 16.57, P < 0.005$) del colectado en Baja Verapaz, Guatemala (Apéndice D, Tabla D.1). Se calculó que el peso promedio de las hembras adultas de nij recolectadas en las distintas localidades era de $0.53 \pm 0.03g$ (límite de confianza del 95%) (Apéndice D, Figura D.1).

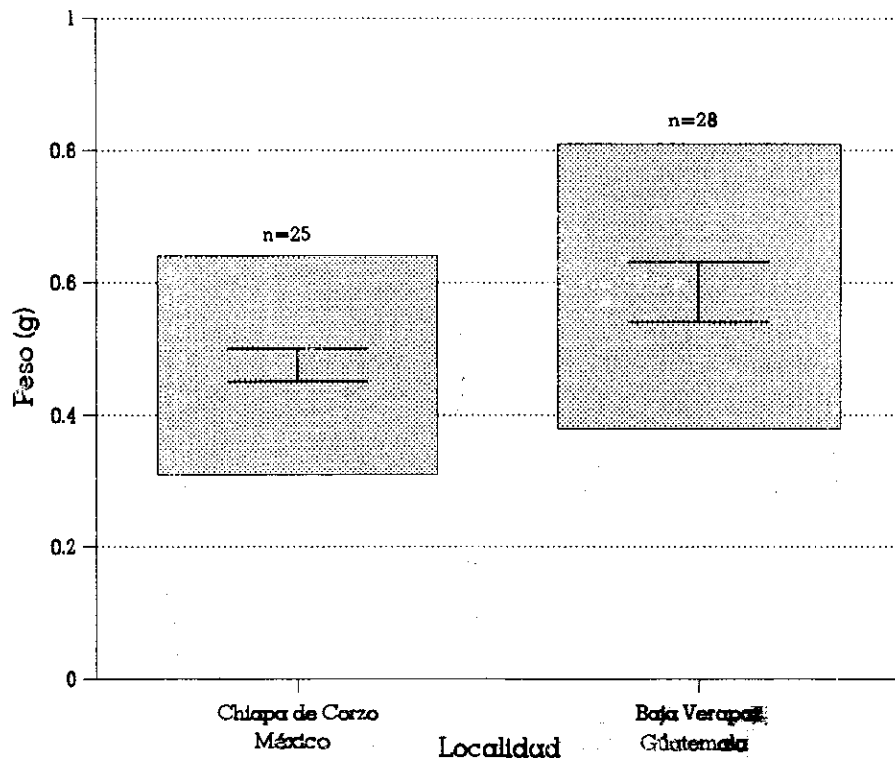


Figura 1. Peso (g) de las hembras adultas de nij recolectadas en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992 (valores promedio, n indicado sobre las barras). El peso promedio del nij de Chiapa de Corzo es 0.48g, $S\bar{x}=0.01$. El peso promedio del nij de Baja Verapaz es 0.58g, $S\bar{x}=0.02$ (Análisis de varianza; $F=16.57$, $P<0.005$). Los rectángulos sombreados indican pesos mínimos y máximos y las barras el intervalo de confianza del 95% para la media.

B. Huevecillos de nij

1. Número de huevos ovipuestos. Se calculó que cada hembra de nij puede llegar a poner de 400 a 1,428 huevos (Figura 2) (Apéndice C, Tabla C.2), dando un promedio de oviposición de 887.60 ± 81.34 huevos (límite de confianza del 95%) (Apéndice D, Figura 2).

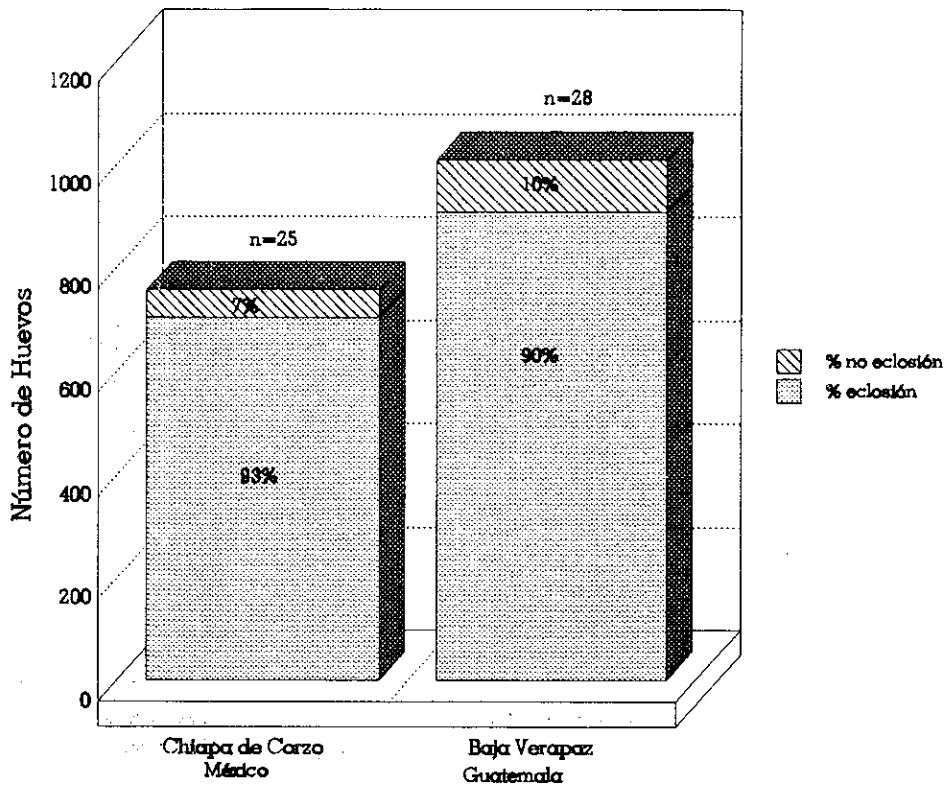


Figura 2. Oviposición y porcentaje de eclosión de huevos de nij (valores promedio, n indicado sobre las barras) en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992. El número promedio de huevos ovipuesto por el nij de Chiapa de Corzo es 754, $S\bar{x}=54$ y Baja Verapaz es 1007, $S\bar{x}=50$ (Análisis de varianza; $F=11.83$, $P<0.005$).

2. Eclosión. También se observó en el laboratorio de la Universidad del Valle, que los huevos de nij comenzaron a eclosionar a mediados de febrero y que aproximadamente el 90% de los huevos eclosionaron, o sea, un promedio de 812.80 ± 88.46 huevos (límite de confianza del 95%) (Apéndice D, Figura 3), quedando un 10% sin eclosionar (Figura 2). Con el análisis de varianza de una

vía se determinó que el porcentaje de eclosión en las dos localidades no difería significativamente ($F = 0.04$, $P = 0.83$) (Apéndice D, Tabla D.2).

En las cajas petri con medio para hongos (PDA) donde se colocaron los huevos no eclosionados, creció Fusarium y Penicillium. En los huevos colocados en el medio YWA, no creció algún tipo de bacteria. Se observó que algunos de los huevos que no eclosionaron se tornaron de color negro o de color café y que todos se secaron y endurecieron. No se observó que emergieran parasitoides.

3. Relación entre peso y número de huevos. La regresión lineal del peso de la hembra adulta y número de huevos puestos dio un coeficiente de correlación de **0.93** (Figura 3). La línea de la regresión obtenida se curvaba un poco al inicio y para corregir esta tendencia, se llevó a cabo una transformación por medio del logaritmo en base 10 de los pesos. La línea de la regresión corregida, y el coeficiente de correlación, **0.94**, no variaron mucho de la primera regresión (Figura 4).

4. Depredadores. Se observó que los huevos que se encuentran en el suelo son depredados por la larva del coleóptero Oryssomus subterminatus Mulsant (Coccinellidae). El coccinélido fue identificado por el Dr. Robert Gordon en

USNM. Este depredador pertenece a la subfamilia Exoplectrinae y a la tribu Oryssomini. No se tiene mayor información respecto de este insecto.

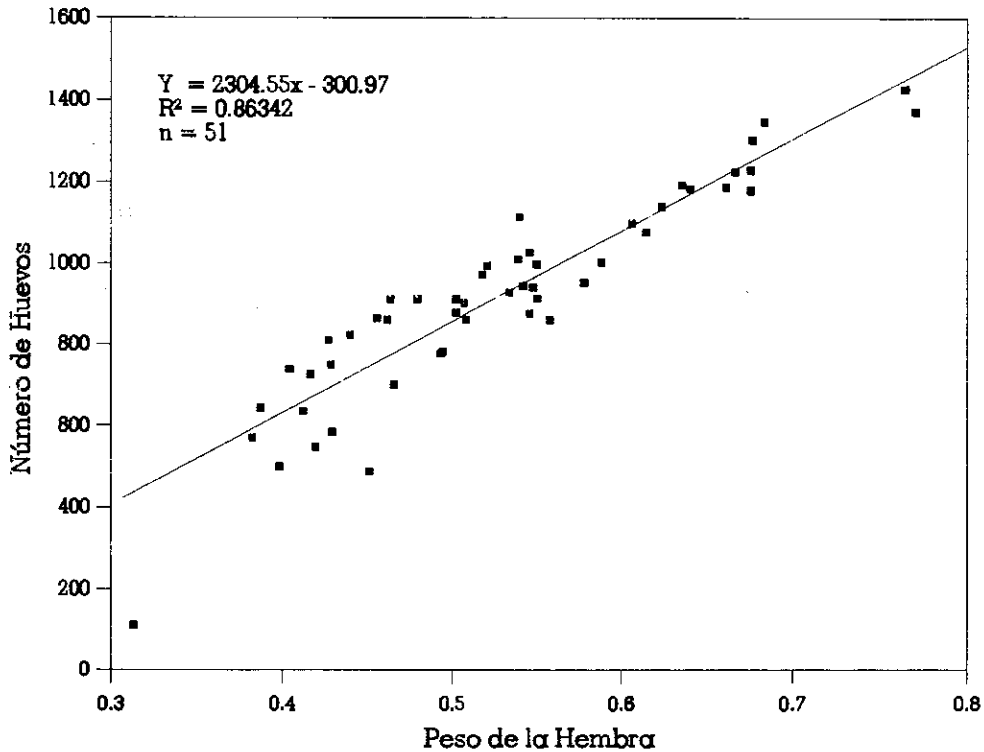


Figura 3. Número de huevos ovipuestos en función del peso (g) de las hembras adultas de *nij* recolectadas en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992 (Correlación = 0.93).

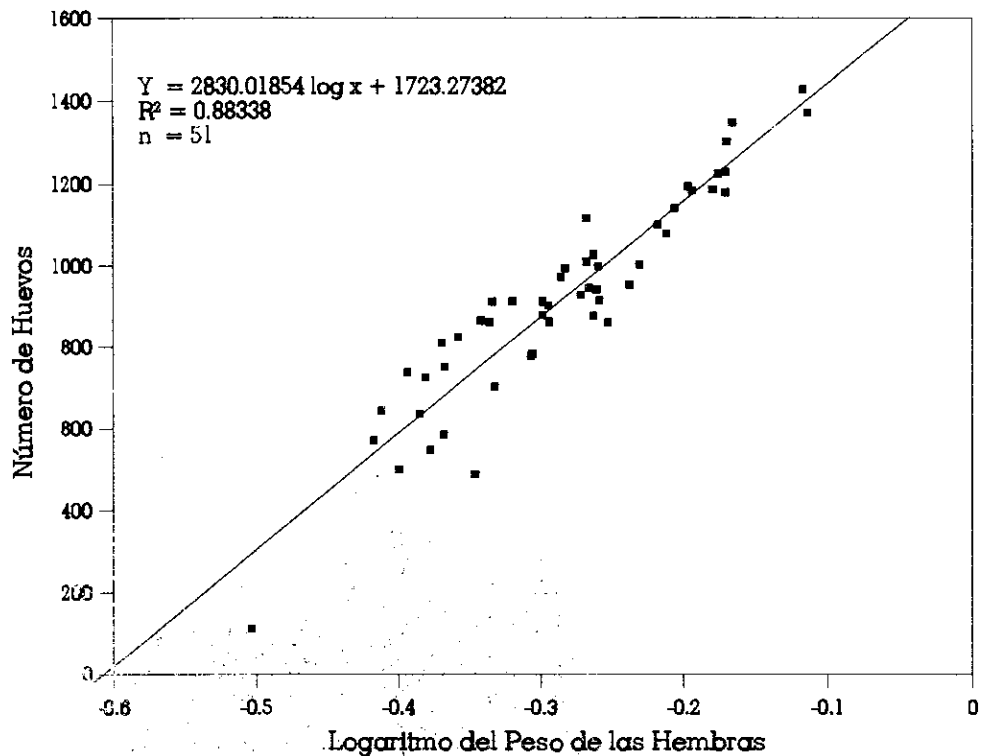


Figura 4. Número de huevos ovipuestos en función del logaritmo en base 10 del peso (g) de las hembras adultas de nij colectadas en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992 (Correlación = 0.94).

El coccinélido se alimenta del huevo mordiéndolo de manera que se rompe la cobertura y posteriormente succiona la yema. Se estimó visualmente, observando masas infestadas en el laboratorio y en Rabinal, que el depredador consume aproximadamente del 80 al 100% de los huevos (Figura 5). Se buscó todos los grupos de masas de huevos de nij que se pudieran encontrar, y de un total de 35 grupos de masa encontrados entre el área de Salamá y Rabinal, todos estaban

atacados por el coccinélido. En el laboratorio de la Universidad del Valle se colocaron masas de huevecillos junto con el depredador dentro de cajas petri y se observó que el coccinélido prácticamente acaba con los huevecillos.

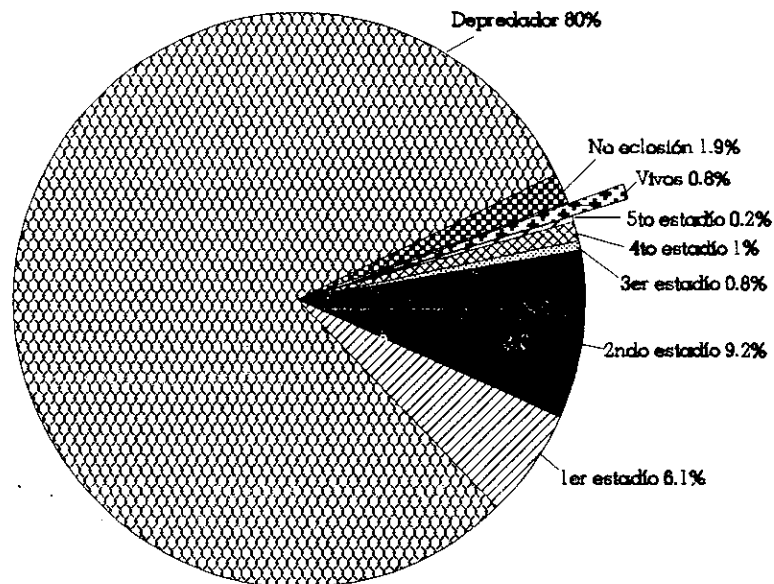


Figura 5. Mortandad (100qx) por estadio del nij tomando en cuenta un estimado visual del efecto del depredador de huevos, *Oryssomus subterminatus* (valores promedio, n=4 de poblaciones en Rabinal, Baja Verapaz).

En diciembre de 1993 se observó que las masas de huevos del experimento realizado en el terreno de Rosa Morales (Rabinal), no fueron atacadas por el depredador, mientras las masas de huevos provenientes de nij al natural (orilla del

camino de entrada al pueblo de Rabinal) sí estaban infestadas. Se observó que las masas colocadas en el suelo, aunque recubiertas de hojarasca, están muy expuestas a factores ambientales; por ejemplo, llovió y el agua lavó la hojarasca y la masa algodonosa que recubría los huevecillos, quedando éstos expuestos a la intemperie. Los huevos, al no estar recubiertos del algodón, se tomaron de un color amarillo pálido, en lugar del color naranja intenso, y la mayoría de ellos se desecaron.

A principios de febrero de 1994 se volvió a revisar las masas del experimento y se encontró que en tres de las quince masas colocadas había una larva del depredador. Las tres masas de huevecillos atacadas se encontraban colocadas directamente en el suelo.

Se calculó por medio de la ecuación obtenida de la regresión lineal transformada, $Y = 2830.02 \text{ Log } x + 1723.27$ (Figura 4), que la hembra de nij que pesaba 0.67g ovipuso un total de 1,234 huevecillos, de los cuales el depredador dañó el 10%. Para la hembra de nij, que pesaba 0.39g, se calculó que ovipuso un total de 561 huevecillos y que el 25% de ellos fueron dañados por el coccinélido. La tercera masa de huevecillos no fue llevada al laboratorio porque los huevos se encontraban dispersos por el suelo y no se hubiera podido realizar cálculos confiables.

C. Nij en primer estadio

1. Infestación de la planta hospedera. En el laboratorio de la Universidad del Valle se observó que el nij, en primer estadio, no sube de inmediato a la planta hospedera, pues se colocó un grupo de ellos en la base de un piñón y otro grupo en la base de un jocote a los 5 días de eclosión, y ninguno de ellos subió a las plantas. Se volvió a intentar infestar un piñón con nij que tenía un mes de haber salido de los huevos y todos subieron a la planta hospedera. Estas observaciones sugieren que el nij debe permanecer en la masa algodonosa que envuelve los huevos por lo menos aproximadamente 30 días.

2. Comparación del crecimiento del nij en distintos hospederos. Este experimento no se llevó a cabo debido a que las plantas de jocote no sobrevivieron en los baldes. Únicamente se logró que sobrevivieran dos jocotes; uno en Rabinal y el otro en el campus de la Universidad del Valle. Con una planta de jocote en cada lugar no se podía obtener datos representativos de la variabilidad en este hospedero, por lo que se dejaron únicamente con fines de observación.

Se notó que durante el verano, los piñones pierden sus hojas. Los vástagos al sembrarse tenían hojas, las cuales se secaron y se cayeron. A las plantas hospederas le brotaron tallos y hojas nuevas a principios de junio.

3. Comparación del crecimiento del nij protegido contra depredadores y expuesto a depredadores. Este experimento no dio resultado porque todo el nij murió desecado probablemente debido a que la organza retenía el calor adentro de la jaula. El nij en el balde con el jocote también murió. Para el estudio de tablas de vida en Rabinal solamente quedaron cuatro baldes de piñón y ya no se cubrió ninguna planta con las jaulas.

4. Conteo en Rabinal. En el primer conteo de nij realizado a los dos meses y medio de eclosión (Tabla 2) se observó que el 97% de los insectos habían mudado a segundo estadio. También se observó durante esta etapa que las cochinillas son muy móviles, lo que dificultaba el conteo. Se notó que se sitúan en el envés de las hojas y los tallos verdes, como también se observó que se localizaban del lado de la planta donde hubiera más sombra.

En total, en el primer estadio se dio un promedio de mortandad del 34% (Tabla 3, y Apéndice E, Tablas E.1-E.4).

Tabla 2

Fecha de conteo y etapas aproximadas de desarrollo del nij en Rabinai

Fecha de conteo	Desarrollo del nij
8-V-1993	Infestación de los piñones sembrados en baldes con nij en primer estadio.
15-V-1993 16-V-1993	Primeros conteos; 97% había mudado al segundo estadio.
28-V-1993	Conteo; todo había mudado al segundo estadio. Se realizó el primer conteo de nij en el cerco; aproximadamente el 90% se encontraba en el segundo estadio y el resto en el tercer estadio.
12-VI-1993	Conteo de nij; el 92% había mudado al tercer estadio.
26-VI-1993	Conteo de nij; todo había mudado al tercer estadio.
3-VII-1993	Conteo de nij; todo había mudado al cuarto estadio.
10-VII-1993	Conteo de nij. En el camino de entrada a Rabinai se encontró el primer macho de nij adulto alado.
17-VII-1993	Conteo de nij. Habían más machos en los piñones a la entrada de Rabinai.
23-VII-1993	Conteo de nij; comenzaban a mudar al quinto estadio. Estimación de 10 machos por hembra en piñones a la entrada de Rabinai.
2-VIII-1993	Conteo de nij; el 72% había mudado al quinto estadio.
9-VIII-1993	Conteo de nij.
16-VIII-1993	Conteo de nij.
23-VIII-1993	Conteo de nij.
30-VIII-1993	Conteo de nij; todo había mudado al quinto estadio.
8-IX-1993	Cosecha del nij adulto.

Tabla 3

Tabla de vida para las poblaciones de nij en baldes, en Rabinal (suma de valores de 4 baldes)

x^a	lx^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	600	Viento fuerte y pocas hojas en los piñones	191	32	32	
		No completaron muda	11	2	2	66
2do estadio	398	Posiblemente por aplicación de Volatón y falta de hojas en los piñones	304	51	76	
		No completaron muda	2	0.3	0.5	15
3er estadio	92	Posiblemente por lluvias fuertes	22	4	24	
		Por desecamiento del nij	3	0.5	3	11
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	67	Posiblemente por lluvias fuertes	33	6	49	5
5to estadio	34	Posiblemente por lluvias	7	1	21	4

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; lx es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de lx ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

5. Conteo de nij en el campus de la Universidad del Valle. En el primer conteo de nij realizado a los tres meses de eclosión (Tabla 4) se encontró que el 86% de todo el nij, tanto adentro y afuera del invernadero, ya había mudado al segundo estadio. Afuera del invernadero se observó un promedio de 66% de mortandad (Tabla 5; Apéndice E, Tablas E.7-E.10) y adentro del

invernadero se observó un promedio de 54% de mortandad más un promedio de mortandad del 0.20% causado por quedar atrapado el nij en telas de araña (Tabla 6; Apéndice E, Tablas E.11-E.13).

Tabla 4

Fechas de conteos y de etapas aproximadas de desarrollo del nij en el campus de la Universidad del Valle

Fecha de conteo	Desarrollo del nij
27-V-1993	Infestación de los piñones dentro y fuera del invernadero con nij en primer estadio.
3-VI-1993	Primer conteo; el 86% había mudado al segundo estadio.
11-VI-1993	Conteo de nij; todo había mudado al segundo estadio.
19-VI-1993	Conteo de nij; 6% había mudado al tercer estadio.
2-VII-1993	Conteo de nij; todo había mudado al tercer estadio.
21-VII-1993	Conteo de nij.
6-VIII-1993	Conteo de nij; todo había mudado al cuarto estadio.
19-VIII-1993	Conteo de nij; el 29% había mudado al quinto estadio.
16-IX-1993	Conteo de nij; todo había mudado al quinto estadio.
14-X-1993	Cosecha del nij adulto.

Tabla 5

Tabla de vida para las poblaciones de *nij* en baldes afuera del invernadero del campus de la Universidad del Valle (suma de valores de 4 baldes)

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	600	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	395	66	66	34
2do estadio	205	Posiblemente por las lluvias	51	8	25	26
3er estadio	154	Posiblemente por lluvias fuertes	119	20	77	6
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	35	Posiblemente por lluvias fuertes	4	1	11	5
5to estadio	31	Posiblemente por lluvias	5	1	16	4

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla 6

Tabla de vida para las poblaciones de nij en baldes adentro del invernadero del campus de la Universidad del Valle (suma de valores de 3 baldes)

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	450	Por desecamiento al faltaries alimento antes de colocarlos en los piñones	244	54	54	
		Atrapados en tela de araña	1	0.2	0.2	46
2ndo estadio	205	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	111	25	54	
		Nij aplastado	1	0.2	0.5	21
3er estadio	93	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	77	17	83	4
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	16	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	2	0.4	12	4
5to estadio	14		0	0	0	4

x^a es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

D. Nij en segundo estadio

1. Conteo en Rabinal. Al iniciar los conteos de nij en segundo estadio en

Rabinal, se tomó en cuenta la población de cochinitas en el espacio del

cercos de piñones identificado como la sección 1. En las poblaciones de nij de los baldes se observó un porcentaje de mortandad promedio de 77% (Tabla 3; Apéndice E, Tablas E.1-E.4).

En la población de nij de la sección 1 del cerco se dio el 47% de mortandad (Apéndice E, Tabla E.5).

2. Conteo de nij en el campus de la Universidad del Valle. Para las poblaciones de nij en las plantas afuera del invernadero, se observó un promedio de mortandad de 25% (Tabla 5; Apéndice E, Tablas E.7-E.10). En el invernadero se observó un promedio de mortandad de 54% más un promedio de mortandad de 0.50% causado por daño físico al nij (Tabla 6; Apéndice E, Tablas E.11-E.13).

E. Nij en tercer estadio

1. Conteo en Rabinal. Para mediados de junio el 91% del nij de las poblaciones observadas en Rabinal había mudado al tercer estadio. Las plantas de piñón en los baldes ya se habían recuperado y contaban con más hojas. Para las poblaciones de nij en los baldes se observó un promedio de mortandad de 27% (Tabla 3; Apéndice E, Tablas E.1-E.4).

Para las poblaciones de nij en las secciones 1 y 2 del cerco se observó un promedio de mortandad de 41% (Apéndice E, Tablas E.5-E.6).

2. Conteo de nij en el campus de la Universidad del Valle. En el campus de la Universidad del Valle, todo el nij había mudado a tercer estadio aproximadamente a principios de julio. Se puede observar que el desarrollo del nij en la ciudad de Guatemala iba atrasado medio mes, pues mientras el nij en Rabinal ya había mudado a tercer estadio en junio, en el campus de la Universidad del Valle todavía se encontraban en segundo estadio. Las poblaciones de nij en las plantas afuera del invernadero tuvieron un promedio de mortandad de 77% (Tabla 5; Apéndice E, Tablas E.7-E.10). Dentro del invernadero se dio un promedio de mortandad de 83% (Tabla 6; Apéndice E, Tablas E.11-E.13).

F. Nij en cuarto estadio

1. Conteo de nij en Rabinal. El nij en Rabinal mudó al cuarto estadio aproximadamente a principios del mes de julio. En las poblaciones de nij al natural que se encuentran a la orilla del camino de entrada a Rabinal se observó un macho de nij adulto alado. En el viaje de campo realizado el 17 de julio se observó que el número de machos adultos había aumentado. A fines de julio se

encontró varios machos adultos y otros que todavía estaban empupados, se calcula que el 30% aún estaba empupado. Al empupar, los machos forman una masa algodonosa que los recubre parecida a la masa que forman las hembras antes de oviponer. Se estimó con base en conteos aproximados del número de hembras en piñones y conteos aproximados del número de machos empupados alrededor de los piñones que la relación de hembra a macho es de 10:1.

En las poblaciones de nij experimentales, en los baldes y en el cerco, no hubo evidencia de la presencia de machos emergidos o empupados. En este estadio se dio un promedio de mortandad de 49% (Tabla 3; Apéndice E, Tablas E.1-E.4).

Para las poblaciones de nij en el cerco se dio un promedio de mortandad de 69% (Apéndice E, Tablas E.5-E.6).

2. Conteo de nij en el campus de la Universidad del Valle. En el campus de la Universidad del Valle, el nij mudó a cuarto estadio a principios de agosto, observándose que tardaron aún más tiempo en mudar (un mes más) que las poblaciones de nij en Rabinal; su crecimiento iba retrasado. El promedio de mortandad de las poblaciones afuera del invernadero fue del 11% (Tabla 5; Apéndice E, Tablas E.7-E.10). En el invernadero, el promedio de mortandad fue del 12% (Tabla 6, Apéndice E, Tabla E.11-E.13). No se encontró evidencia de la

presencia de nij macho emergido o empupado ni adentro, ni afuera del invernadero.

G. Nij en quinto estadio o en etapa de adulto

1. Conteo de nij en Rabinal. El nij observado en Rabinal comenzó a mudar al quinto estadio a fines de julio. A mediados de agosto, todo el nij se encontraba en el estadio adulto. El promedio de mortandad para las poblaciones en los baldes fue de 21% (Tabla 3; Apéndice E, Tablas E.1-E.4), mientras que en las poblaciones del cerco la mortandad promedio fue del 54% (Apéndice E, Tablas E.5-E.6). El nij maduro fue cosechado el 8 de septiembre, teniéndose en total 123 días de observación.

2. Conteo de nij en el campus de la Universidad del Valle. En la Universidad del Valle, el nij comenzó a mudar al quinto estadio a fines de agosto. El promedio de mortandad para las poblaciones de nij afuera del invernadero fue de 16% (Tabla 5; Apéndice E, Tablas E.7-E.10), mientras que para las poblaciones dentro del invernadero fue del 0% (Tabla 6, Apéndice E, Tablas E.11-E.13). El nij maduro fue cosechado el 14 de octubre de 1993, teniéndose en total 140 días

de observación. Se observó que el nij en el campus de la Universidad del Valle fue de menor tamaño que el nij cosechado en Rabinal.

En el laboratorio de la Universidad del Valle se observó que las hembras adultas de nij recolectadas en Rabinal, San Miguel Chicaj y Chiapa de Corzo en 1992 comenzaron a formar su masa algodonosa dentro de los viales a mediados de octubre y ovipusieron a fines del mismo mes. En Rabinal (1993) se observó que para oviponer, ellas descienden de las plantas hospederas y se meten en grietas en el suelo, debajo de rocas y hojarasca y algunas detrás de la corteza de la planta hospedera o en agujeros en el tronco de la planta.

H. Nij sobreviviente

1. Peso. Se graficó el peso promedio del nij sobreviviente en cada población (Figura 6), (Apéndice C, Tablas C.3-C.4). Se observó una diferencia significativa ($F = 112.68$, $P < 0.005$) entre el peso del nij sobreviviente al final del estudio y las hembras recolectadas en 1992 (Apéndice D, Tabla D.3). El peso promedio del nij adulto en 1993 fue de $0.29 \pm 0.03g$ (límite de confianza del 95%) (Apéndice D, Figura D.4), mientras que el peso promedio del nij recolectado

en 1992 fue de $0.53 \pm 0.03\text{g}$ (límite de confianza del 95%) (Apéndice D, Figura D.1). También se calculó el peso promedio del nij por población (Apéndice D, Figuras D.5-D.14).

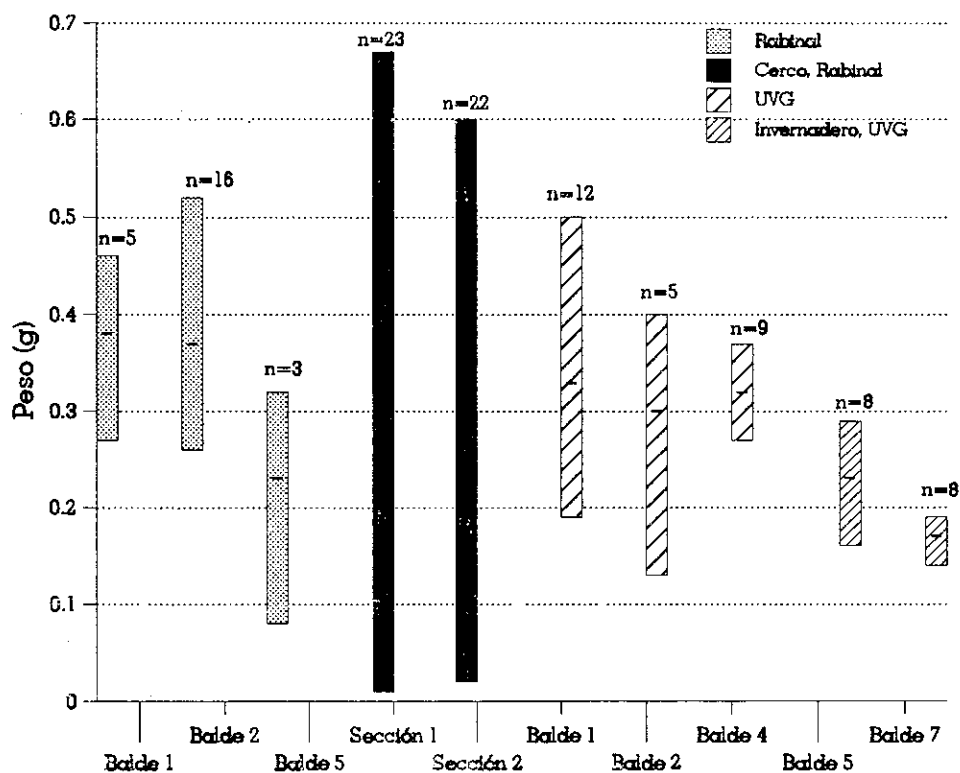


Figura 6. Peso (g) del nij sobreviviente al final del estudio de 1993 (valores promedio, n indicado arriba de cada barra). El peso promedio del nij al final del estudio de 1993 es 0.29g , $S\bar{x} = 0.01$ (Análisis de varianza para Rabinal vs. UVG=campus de la Universidad del Valle; $F=0.10$, $P=0.76$). Las barras indican pesos mínimos y máximos.

En Rabinal, el peso promedio del nij en plantas hospederas sembradas en balde difirió significativamente ($F = 6.72, P = 0.01$) (Apéndice D, Tabla D.4) del peso promedio del nij en plantas hospederas del cerco, siendo mayor para el nij en los baldes, tal y como se observó en la Figura 6.

Se determinó que el peso promedio del nij en el campus de la Universidad del Valle adentro del invernadero sí difiere significativamente ($F = 25.11, P < 0.005$) (Apéndice D, Tabla D.5) del peso promedio del nij afuera del invernadero, siendo mayor para el nij afuera del invernadero.

Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa ($F = 0.10, P < 0.76$) (Apéndice D, Tabla D.6) entre el peso del nij en Rabinal y el peso del nij en el campus de la Universidad del Valle.

2. Porcentaje de sobrevivencia. Se graficó el porcentaje de sobrevivencia dado para cada población (Figura 7). En Rabinal, el porcentaje de sobrevivencia al final del ciclo de vida del nij no varió significativamente ($F = 0.69, P = 0.45$) (Apéndice D, Tabla D.7) entre las poblaciones de nij en piñones sembrados en baldes y las poblaciones de nij en piñones del cerco.

En el campus de la Universidad del Valle tampoco se encontró una diferencia significativa ($F = 0.26, P = 0.63$) (Apéndice D, Tabla D.8) entre el porcentaje de

sobrevivencia de las poblaciones de nij adentro del invernadero y el porcentaje de sobrevivencia de las poblaciones de nij afuera del invernadero.

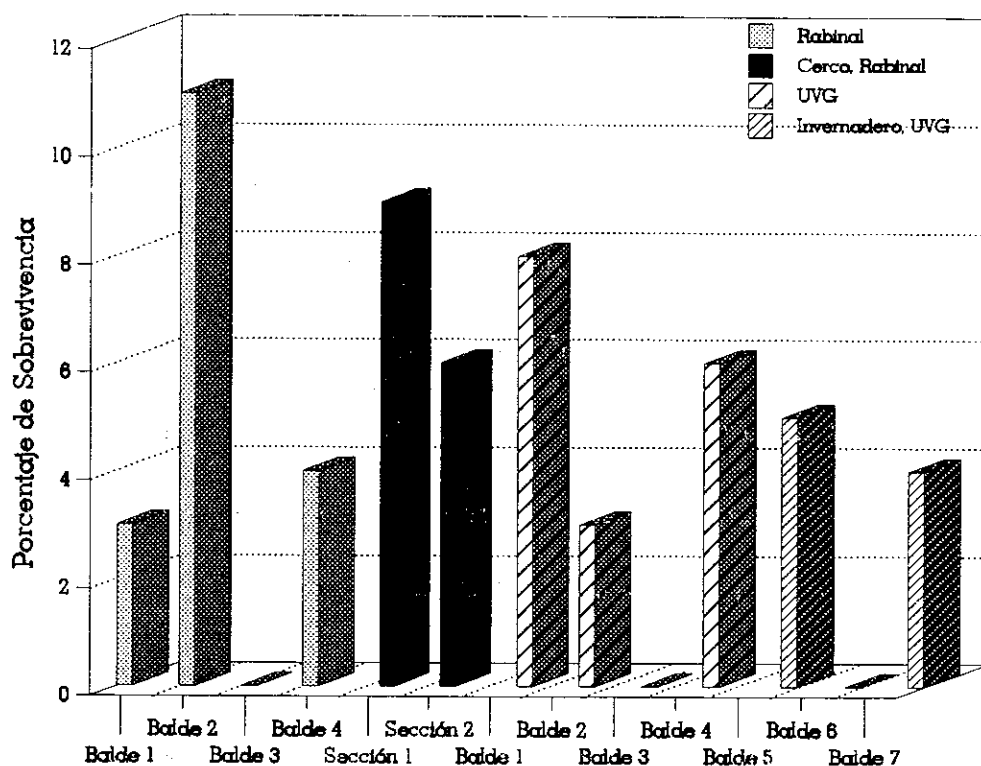


Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia final del nij observado en Rabinal y en el campus de la Universidad del Valle. En Rabinal se observó por 123 días y en el campus de la Universidad del Valle se observó por 140 días. El porcentaje promedio de sobrevivencia final para todas las poblaciones de nij es 4%, y el análisis de varianza para Rabinal vs. UVG=Universidad del Valle; $F=0.62$, $P=0.45$ (análisis sobre datos transformados, ver texto).

Finalmente, se observó que los porcentajes de sobrevivencia para las poblaciones de Rabinal y el campus de la Universidad del Valle eran menores del 15%, careciendo los datos de una distribución normal (Figura 8). Para corregir

la tendencia, se transformaron los datos con la raíz cuadrada de $(Y + \frac{1}{2})$ (Steel & Torrie, 1988).

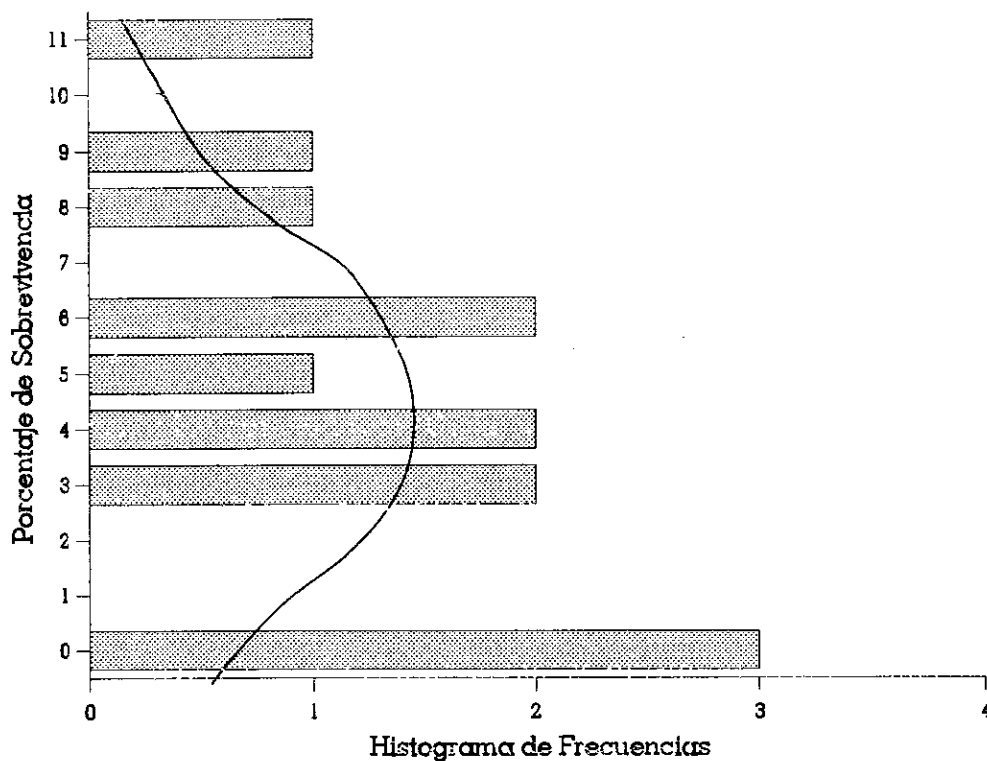


Figura 8. Histograma de frecuencias de los porcentajes de sobrevivencia del nij en Rabinal y en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala.

Posteriormente se realizó el análisis de varianza de una vía, del cual se obtuvo que no hay una diferencia significativa ($F = 0.62$, $P = 0.45$) (Apéndice D, Tabla D.9) entre el porcentaje de sobrevivencia de las poblaciones de nij en Rabinal y el del campus de la Universidad del Valle.

3. Curva de sobrevivencia. De las curvas obtenidas con el programa "Insect-days" (Redak, 1988) (Apéndice F, Figuras F.1- F.13) se realizó una curva de sobrevivencia promedio (Figura 9). Las curvas de sobrevivencia obtenidas para las poblaciones de nij fueron del Tipo III (Wilson & Bossert, 1971), en las cuales se nota que en los primeros días disminuyó considerablemente el número de individuos, estabilizándose al final del período de observación, ya cuando el nijse encontraba en el cuarto y quinto estadio.

Se determinó que en Rabinal sí existe una diferencia significativa ($F = 23.93$, $P = 0.01$) (Apéndice D, Tabla D.10) entre el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en plantas hospederas sembradas en baldes y el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en piñones del cerco. En el análisis se muestra que el área bajo la curva promedio es mayor para el nij en el cerco.

Para las poblaciones de nij en el campus de la Universidad del Valle se determinó que no existe una diferencia significativa ($F = 0.43$, $P = 0.54$) (Apéndice D, Tabla D.11) entre las áreas bajo las curvas de sobrevivencia del nij afuera del invernadero y las áreas bajo la curva de sobrevivencia del nij adentro del invernadero.

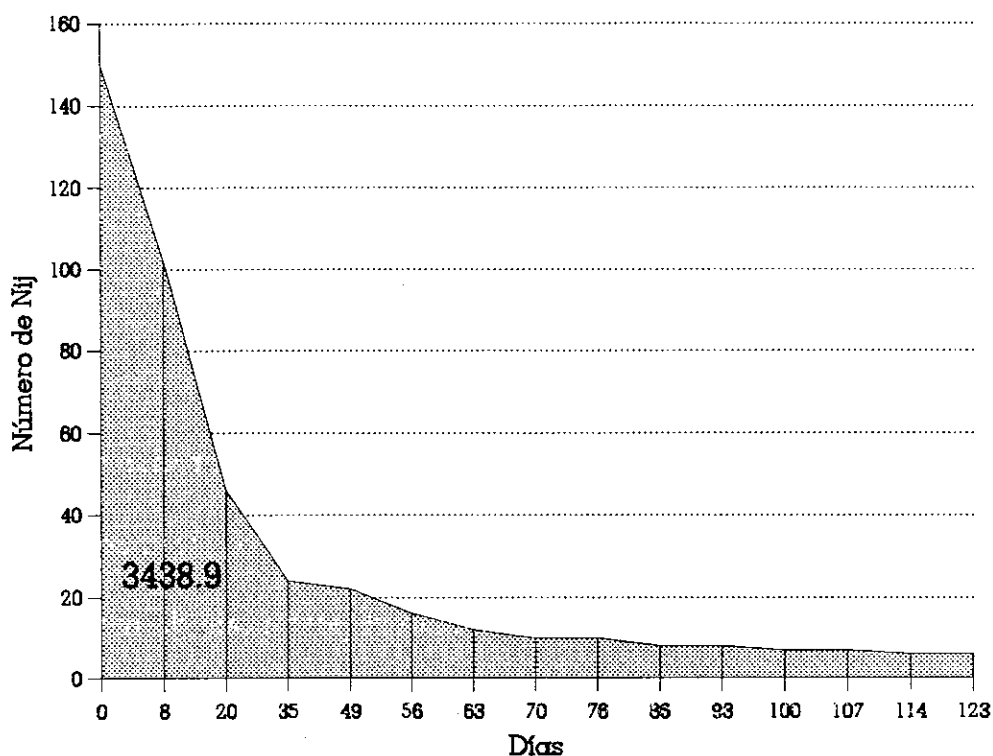


Figura 9. Curva de sobrevivencia para las poblaciones de nij en Rabinal (valores promedio, $n=4$). El número en el área sombreada indica el área bajo la curva) (Análisis de varianza para Rabinal vs. campus de la Universidad del Valle; $F=2.56$, $P=0.14$).

Por último se determinó que no existe una diferencia altamente significativa ($F = 2.56$, $P = 0.14$) (Apéndice D, Tabla D.12) entre las áreas bajo la curva de sobrevivencia del nij en Rabinal y las áreas bajo la curva de sobrevivencia del nij en el Campus de la Universidad del Valle.

I. Porcentaje de mortandad

1. Mortandad (100qx). Para cada población de nij se graficó el porcentaje de mortandad (100qx) que representa cada estadio en el ciclo de vida (Apéndice G, Figuras G.1-G.11), incluyendo la mortandad causada por no eclosión en la etapa de huevo, estimada por conteos en el laboratorio de la Universidad del Valle de Guatemala. Se puede apreciar que el porcentaje de mortandad es alto en la etapa de huevo cuando se toma en cuenta el efecto del depredador (Figura 5). Se promedió el porcentaje de mortandad (100qx) de todas poblaciones en Rabinal y se hizo una gráfica (Figura 10) en la que se observa que el segundo estadio representa el mayor porcentaje de mortandad en el ciclo de vida. La gráfica del porcentaje de mortandad (100qx) promedio para las poblaciones de nij en el campus de la Universidad del Valle (Figura 11) muestra que el primer estadio representa el mayor porcentaje de mortandad en el ciclo de vida. En ambas localidades se da un alto porcentaje de mortandad en los primeros estadios y disminuye en los últimos estadios.

2. Mortandad (qx). Para cada población de nij se graficó el porcentaje de mortandad (qx) dado en cada estadio (Apéndice G, Figuras G.12-G.24).

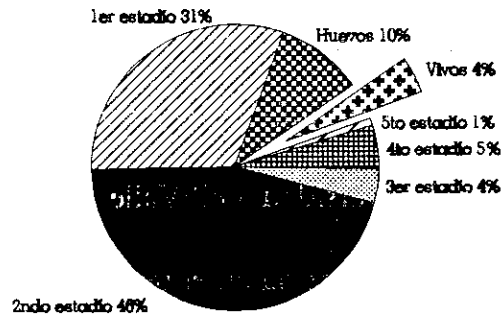


Figura 10. Porcentaje de mortandad (100qx) del nij en Rabinal (valores promedio, n=4).

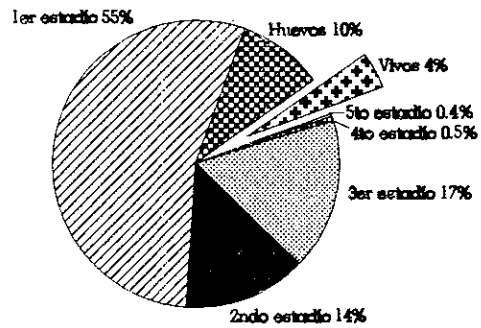


Figura 11. Porcentaje de mortandad (100qx) del nij en el campus de la Universidad del Valle (valores promedio, n=7).

Se promedió el porcentaje de mortandad (q_x) para todas las poblaciones de nij en Rabinal y se hizo una gráfica (Figura 12) en la que se observa que los mayores porcentajes de mortandad se dieron en el segundo y cuarto estadio. También se promedió y graficó el porcentaje de mortandad (q_x) para las poblaciones de nij en el campus de la Universidad del Valle (Figura 13) viéndose que el mayor porcentaje de mortandad se da en el tercer estadio.

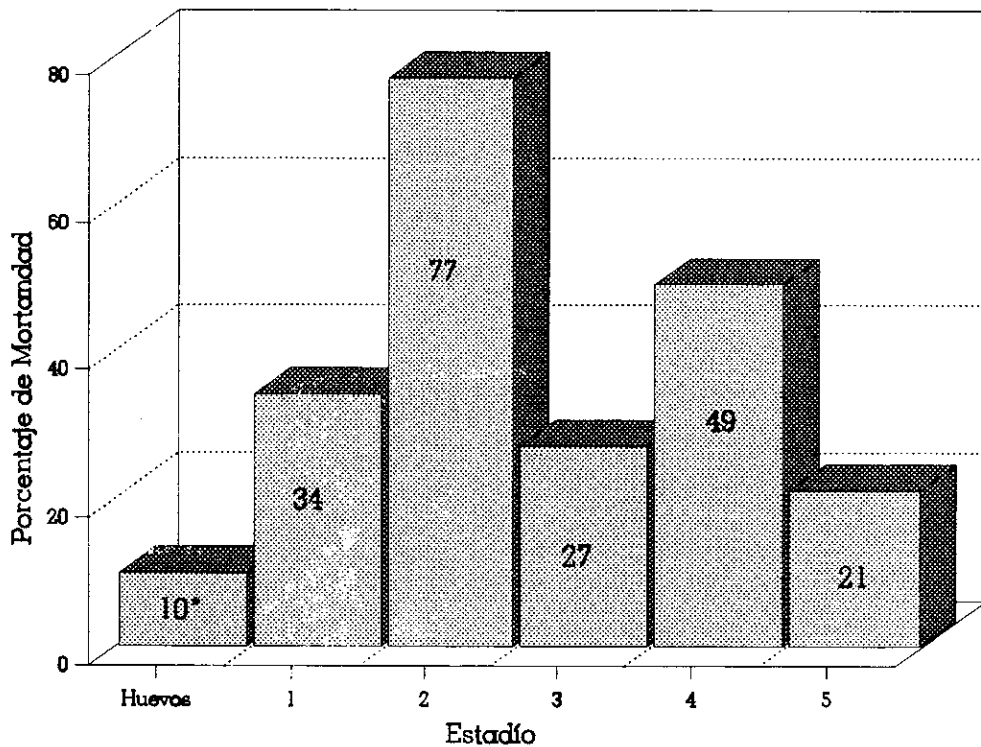


Figura 12. Porcentaje de mortandad (q_x) del nij en Rabinal (valores promedio, $n=4$). *El porcentaje de mortandad causado porque los huevos no eclosionaron fue determinado por conteos en el laboratorio de la Universidad del Valle.

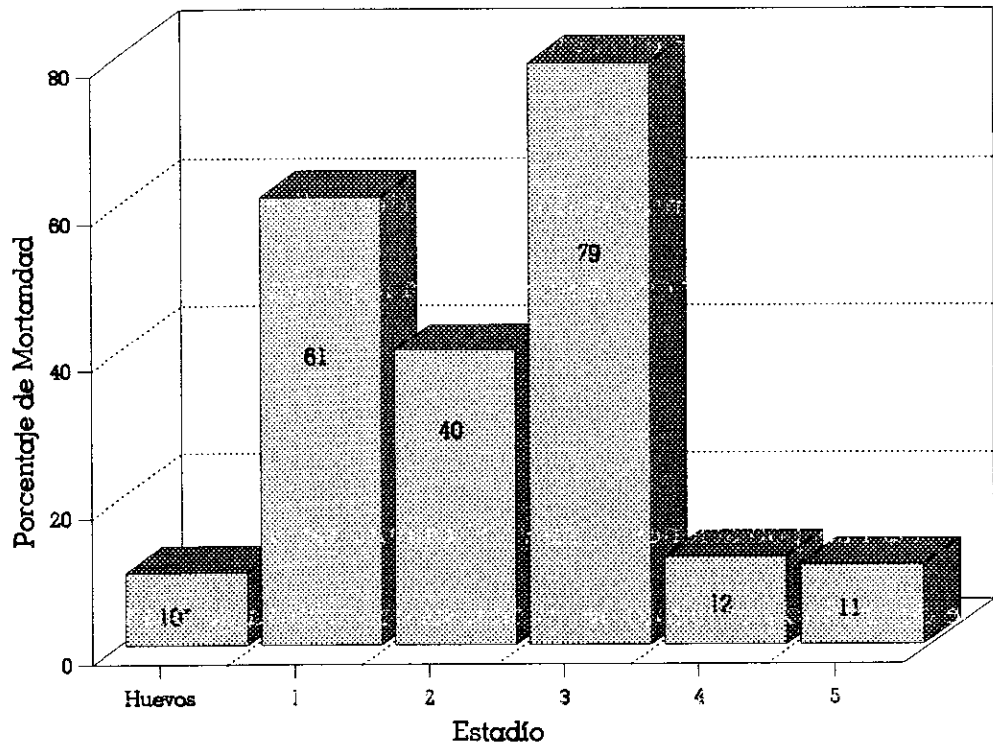


Figura 13. Porcentaje de mortandad (q_x) del nij en el campus de la Universidad del Valle (valores promedio, $n=7$). *El porcentaje de mortandad causado porque los huevos no eclosionaron fue determinado por conteos en el laboratorio de la Universidad del Valle.

Por medio del análisis de varianza de dos vías de los datos transformados por el arcoseno de \sqrt{Y} (Steel & Torrie, 1988) se determinó para las poblaciones de nij en Rabinal que:

- no existe una diferencia significativa ($F = 0.27$, $P = 0.77$) entre el porcentaje de mortandad del nij en primer, segundo, tercer, cuarto y quinto estadio (Apéndice D, Tabla D.13),

- b) no existe una diferencia significativa ($F = 0.15$, $P = 0.71$) entre los porcentajes de mortandad del nij en balde y en cerco (Apéndice D, Tabla D.13),
- c) no existe una interacción significativa ($F = 0.48$, $P = 0.63$) entre el factor estadio y lugar donde se encuentra la planta hospedera (Apéndice D, Tabla D.13).

Para las poblaciones de nij en el campus de la Universidad del Valle también se determinó por medio de un análisis de varianza de dos vías que:

- a) sí existe una diferencia altamente significativa ($F = 11.46$, $P < 0.005$) entre el porcentaje de mortandad del nij en primer, segundo, tercer, cuarto y quinto estadio (Apéndice D, Tabla D.14),
- b) no existe una diferencia significativa ($F = 0.40$, $P = 0.53$) entre el porcentaje de mortandad del nij adentro y afuera del invernadero (Apéndice D, Tabla D.14),
- c) sí existe una interacción significativa ($F = 2.69$, $P = 0.05$) (Apéndice D, Tabla D.14) entre los factores estadio y lugar donde se encontraba la planta hospedera (Figura 14).

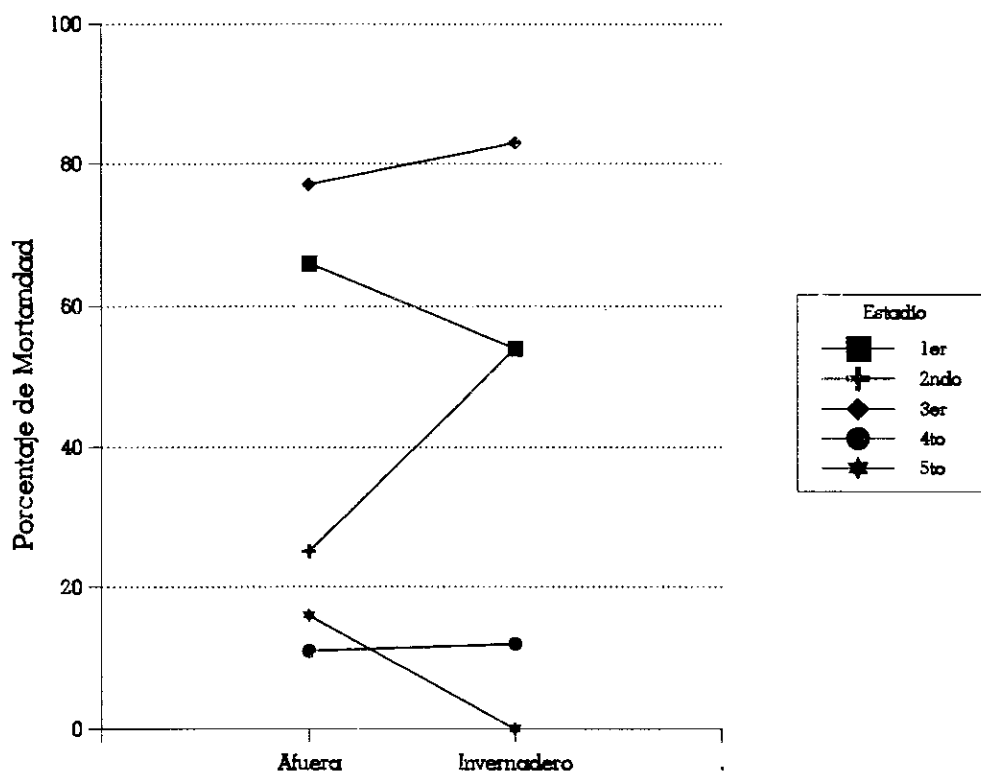


Figura 14. Porcentaje de mortandad (q_x) del nij adentro y afuera del invernadero de la Universidad del Valle, por estadio.

Finalmente, para las poblaciones de nij en Rabinal y el campus de la Universidad del Valle se determinó por medio de un análisis de varianza de dos vías que:

- a) sí existe una diferencia altamente significativa ($F = 4.45$, $P < 0.005$) entre el porcentaje de mortandad del nij en primer, segundo, tercer, cuarto y quinto estadio (Apéndice D, Tabla D.15),

- b) no existe una diferencia significativa ($F = 0.80$, $P = 0.38$) entre el porcentaje de mortandad del nij en Rabinal y el campus de la Universidad del Valle (Apéndice D, Tabla D.15),
- c) sí existe una interacción significativa ($F = 5.95$, $P < 0.005$) (Apéndice D, Tabla D.15) entre los factores estadio y localidad donde se encontraba la planta hospedera (Figura 15).

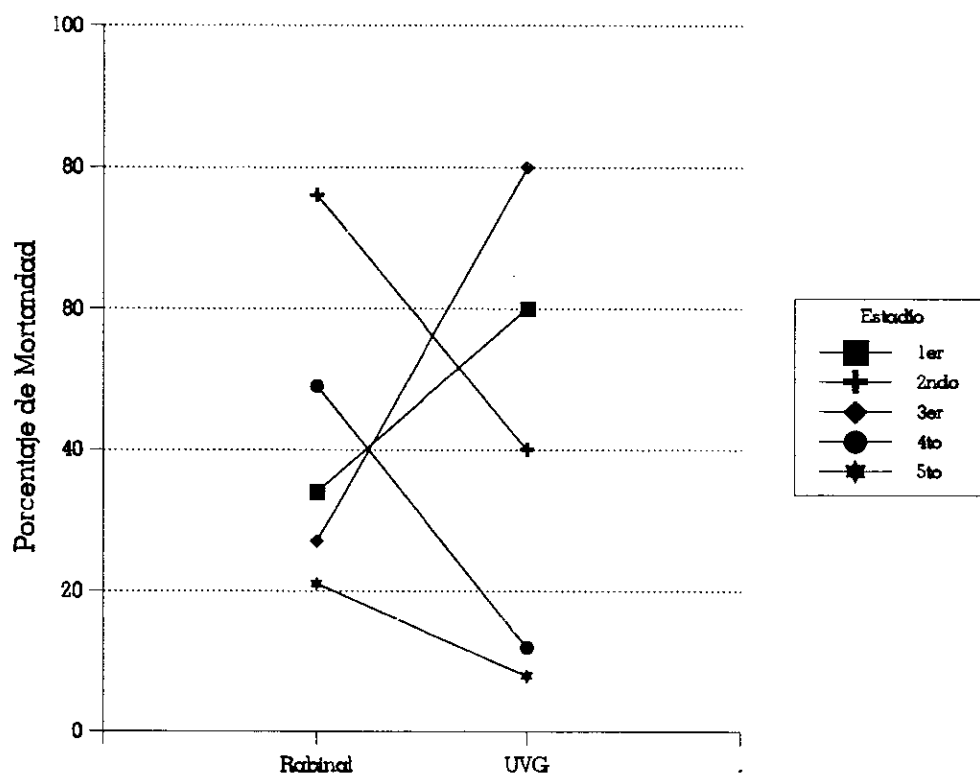


Figura 15. Porcentaje de mortandad (q_x) del nij en Rabinal y en UVG=campus de la Universidad del Valle de Guatemala, por estadio.

Con la prueba estadística LSD a un nivel de significancia del 5% se determinó que los porcentajes de mortandad del nij en el segundo y tercer estadio difieren de los porcentajes de mortandad en el cuarto y quinto estadio (Apéndice D, Tabla D.16).

J. Otras observaciones

Veinticuatro de los nij recolectados en San Miguel Chicaj en 1992 fueron llevados a la Finca Santa Cecilia, en el kilómetro 94½ carretera a Taxisco, Santa Rosa, a fines de julio del mismo año. En septiembre únicamente quedaban tres nij vivos. A fines de julio de 1993 se encontró que en el mismo piñón donde habían sido colocados los nij el año anterior, habían siete hembras adultas de nij y no había evidencia de que hubieran machos.

V. DISCUSION

A. Huevecillos de Nij

A pesar que se observó una diferencia significativa entre los pesos del nij colectado en 1992 en Chiapa de Corzo, México (0.48g) y Baja Verapaz, Guatemala (0.58g) (Apéndice D, Tabla D.1), ambas cochinillas parecen ser de la misma especie. Morrison (1928) menciona la posibilidad que L. axin y L. bouvari varíen considerablemente en tamaño (16-25mm).

Asimismo se observó una diferencia significativa ($F = 11.83$, $P < 0.005$) (Apéndice D, Tabla D.17) entre el número de huevos que ovipusieron. El nij de Baja Verapaz ovipuso un mayor número de huevecillos que el nij de Chiapa de Corzo, siendo éste el resultado que se esperaba después de comprobarse por medio de la regresión lineal que sí existe relación entre el peso del insecto y el número de huevos que oviponen (Figuras 3 y 4).

Que el 10% de los huevos ovipuestos en 1992 no haya eclosionado (Figura 2) parece haber sido causado por infertilidad y no por patógenos. Aunque en las cajas petri con medio (PDA) creció Fusarium y Penicillium, la falta de eclosión no se le atribuyó a estos hongos porque no se tuvo un control, las cajas ya pudieron

haber estado contaminadas; además, los hongos no crecieron directamente sobre los huevecillos.

En el experimento llevado a cabo para cuantificar el daño causado por el coccinélido Oryssomus subterminatus a los huevecillos de nij, se observó que las masas atacadas fueron las que se encontraban situadas directamente en el suelo. Los huevecillos colocados dentro de las jícaras no fueron atacados, o sea que ésta les sirve de protección contra el depredador y contra los factores ambientales como viento y lluvia.

Todas las masas de huevecillos al natural encontradas en Rabinal estaban atacadas por el coccinélido; en cada masa había, promedio, unos cinco depredadores, y visualmente se calculó que llegan a consumir del 80 al 100% de los huevos (Figura 5). En cambio, únicamente el 20% de las masas de huevecillos del experimento fueron atacadas, y solamente dañaron del 10 al 25% de los huevos. Hay que tomar en cuenta que las masas acababan de ser infestadas, que había un depredador en cada masa, que éste se encontraba en una etapa temprana de su desarrollo y que los huevos estaban desecados, por consiguiente eran muy duros para el depredador.

B. Nij en primer estadio

Para infestar las plantas hospederas se separó el nij de la masa algodonosa, que parece protegerlos de deshidratación, para facilitar el conteo de las cochinillas y tener el número exacto de individuos colocados en cada piñón.

En Rabinal, el experimento de tener nij protegido contra depredadores y nij expuesto no dio resultado; todo el nij adentro de las jaulas de organza murió desecado, posiblemente porque el calor se retuvo adentro de la jaula.

Durante este estadio el nij se situó en el envés de las hojas y en los tallos verdes de la planta hospedera. Una explicación a que busquen estas partes de la planta es que los tallos verdes y las hojas son tejidos más blandos que facilitan la inserción de sus estilete, y otra explicación es que se sitúan en el envés de las hojas × para protección contra el sol.

En el período del primero al segundo estadio del nij, los piñones perdieron casi todas sus hojas, quedando poco alimento disponible y poca área de protección contra el sol. En la misma época sopló mucho viento y llovió, observándose que algunos de los nij por su tamaño pequeño fueron desprendidos de las plantas hospederas. El porcentaje promedio de mortandad observado en este estadio (Tabla 3), 16/17 pudo haber sido causado por falta de alimento, poca protección contra el sol, lluvia y viento, y 1/17 fue causado porque el nij no completó la muda.

En la Universidad del Valle se observó porcentajes promedio de mortandad de casi el doble que en Rabinal (Tablas 5 y 6). La causa de esta diferencia puede deberse a que el nij con el que se infestó las plantas en el campus de la Universidad del Valle permaneció más tiempo adentro de viales sin alimento y la mayoría de ellos habían comenzado a morir. Adentro del invernadero se observó un pequeño porcentaje promedio de mortandad (0.20%) que fue causado porque el nij quedó atrapado en telas de araña.

C. Nij en segundo estadio

En Rabinal, el porcentaje promedio de mortandad del nij en baldes aumentó a más del doble que el porcentaje promedio dado en el primer estadio (Tabla 3). Las posibles causas de este incremento fueron que los piñones en los baldes continuaban sin hojas, o sea sin alimento y protección para el nij. Además, Rosa Morales, la dueña del terreno en el que se realizaron las observaciones, aplicó Volatón en polvo alrededor de los baldes porque habían zompopos y hormigas que subían a las plantas y ella creyó que podían dañar al nij. Un pequeño porcentaje promedio de mortandad (0.50%) se debió a que el nij no completó la muda de segundo a tercer estadio.

Se comenzó a tomar en cuenta la población de nij en la sección 1 del cerco, que brindó la oportunidad de observar el desarrollo de la cochinilla en condiciones

naturales. No se tomó en cuenta la sección 2 del cerco porque no coincidió el número de individuos observados en el primer conteo con el número visto en el siguiente conteo.

A los piñones en el cerco no se les aplicó Volatón, pero entre las hojas, junto con el nij, se encontró larvas, pupas y adultos del coccinélido australiano Rodolia cardinalis Mulsant. Este coleóptero es famoso por haber sido utilizado en California como control biológico de la plaga de cítricos, Icerya purchasi Mask. Aunque no se tengan pruebas de que este coccinélido sea un depredador del nij, es muy posible que sí lo sea, ya que tanto la plaga de cítricos como el nij pertenecen a la familia Margarodidae. Es importante notar que tanto el posible depredador Rodolia cardinalis como el depredador de huevecillos Oryssomus subterminatus son coccinélidos y que las larvas de ambos tienen el color y la forma del cuerpo muy parecido al nij, por lo que tienden a confundirse. Si Rodolia cardinalis se considerara un depredador, a éste se le atribuiría 15/24 del porcentaje de mortandad observado en la población de nij en el cerco. Los 9/24 restantes del porcentaje de mortandad se debieron a desecamiento (Apéndice E, Tabla E.5).

En el campus de la Universidad del Valle se observó que el porcentaje promedio de mortandad para las poblaciones de nij afuera del invernadero disminuyó a menos de la mitad del porcentaje promedio de mortandad observado en el primer estadio. Esta disminución podría deberse a que el nij ya contaba con

alimento (Tabla 5). En cambio, el porcentaje promedio de mortandad para las poblaciones adentro del invernadero fue casi el mismo que el observado en el primer estadio. Una posible causa es que adentro del invernadero se tuvo una temperatura máxima promedio de 32 °C y se retenía el calor (similar a lo que sucedió en Rabinal con las jaulas de organza); mientras que en el exterior del invernadero la temperatura máxima promedio fue de 24 °C. En el invernadero, un pequeño porcentaje promedio de mortandad (0.50%) fue causado por daño físico al nij (Tabla 6).

D. Nij en tercer estadio

En Rabinal, el porcentaje promedio de mortandad de las poblaciones de nij en baldes disminuyó a casi la tercera parte del porcentaje promedio de mortandad observado en el segundo estadio. La disminución en el porcentaje de mortandad se debe primero a que los piñones ya tenían hojas, aumentando la fuente de alimento para el nij y el área de protección contra el sol. Una octava parte del porcentaje promedio de mortandad se debió a desecamiento de la cochinilla; para el porcentaje restante no se determinó el factor causante de mortandad (Tabla 3).

En el cerco se comenzó a tomar en cuenta las poblaciones de nij en la sección 2. Se observó que el porcentaje promedio de mortandad disminuyó un poco en comparación al porcentaje dado en el segundo estadio. Ya no se notó la

presencia del coccinélido Rodolia cardinalis. Un pequeño porcentaje promedio de mortandad (1%) fue causado por desecamiento del nij. Para el porcentaje restante no se determinó la causa. Se comenzó a observar que las gallinas dormían perchadas en el cerco y que parte del daño causado a la cochinilla se le podría atribuir a ellas (Apéndice E, Tablas E.5 y E.6). También se le podría atribuir el daño, tanto para el nij en baldes como para el nij en el cerco, a las fuertes lluvias. Los indígenas de la localidad dicen ver que después de una lluvia, parte del nij se desprende de la planta hospedera y queda en el suelo, algunos con la cutícula rota. Se observó, que al mojarse el nij pierde la capa de polvo ceroso que lo recubre. Aparentemente esta capa cerosa lo protege de deshidratación; perderla podría ser una causa de mortandad.

En el campus de la Universidad del Valle se observó que el desarrollo del nij iba atrasado en comparación al nij en Rabinal. Este atraso pudo deberse a que en la Universidad del Valle se infestaron las plantas hospederas 20 días después que en Rabinal y que la temperatura promedio en la ciudad de Guatemala es más baja, causando que el metabolismo del nij sea más lento. El porcentaje promedio de mortandad para las poblaciones afuera del invernadero se triplicó (Tabla 5) y el porcentaje promedio de mortandad para las poblaciones adentro del invernadero aumentó en casi el 50% (Tabla 6).

Se pudo ver que el porcentaje de mortandad del nij fue mucho mayor (más del doble) en el campus de la Universidad del Valle que en Rabinal. También, se observó que el porcentaje de mortandad en la Universidad del Valle aumentó; no hay una causa aparente para este aumento.

E. Nij en cuarto estadio

En Rabinal el porcentaje promedio de mortandad del nij, tanto en baldes como en el cerco, aumentó un poco menos del doble que del porcentaje de mortandad en el tercer estadio. La causa de mortandad del nij en baldes, aparte de la posibilidad de que la lluvia dañe a las cochinillas, no se determinó (Tabla 3). En cambio, el porcentaje de mortandad de las poblaciones de nij en el cerco se le atribuyó al efecto de la intervención humana: los habitantes del terreno en donde se llevó a cabo el experimento, estaban construyendo a la par del cerco y lastimaban los piñones con el nij durante el proceso; además hacía falta un piñón de la sección 2 (Apéndice E, Tablas E.5 y E.6).

Ni en los baldes, ni en el cerco se encontró evidencia de machos emergidos o empupados; esto pudo deberse a que la proporción de machos a hembras es muy pequeña y el número de individuos en las poblaciones experimentales era bajo comparado con el número de individuos en poblaciones naturales. Otra

posibilidad pudo ser que sí haya habido machos, pero que no se detectó su presencia.

En el campus de la Universidad del Valle, el porcentaje promedio de mortandad disminuyó 80 a 90% del porcentaje promedio de mortandad observado en el tercer estadio, tanto adentro y afuera del invernadero. Tampoco se determinó el factor causante de mortandad ni se encontró evidencia de la presencia de nij macho (Tablas 5 y 6).

F. Nij en quinto estadio o en etapa de adulto

En Rabinal se observó que el porcentaje promedio de mortandad de las poblaciones de nij en baldes disminuyó más de la mitad comparado con el porcentaje promedio del cuarto estadio (Tabla 3), mientras que el porcentaje promedio de mortandad de las poblaciones en el cerco disminuyó un poco más del 10% (Apéndice E, Tablas E.5 y E.6). La disminución en el porcentaje promedio de mortandad del nij en el cerco se debió a que la actividad humana a la par del área de estudio ya había concluido.

El período de observación en el campus de la Universidad del Valle fue mayor que en Rabinal porque el nij en la ciudad de Guatemala iba más lento en su desarrollo y a pesar de que se les permitió alimentarse más días y fueron

cosechados antes de comenzar a oviponer, su tamaño fue menor al nij cosechado en Rabinal.

G. Nij sobreviviente

El nij sobreviviente al final del estudio de 1993 fue de menor peso que el recolectado en 1992 (Apéndice D, Tabla D.3). La diferencia pudo deberse a que el nij en 1992 fue colectado en estadio adulto, después de que todo su desarrollo se realizó en condiciones naturales; en cambio, el nij del estudio fue manipulado desde la etapa de huevo y no se desarrolló en condiciones completamente naturales.

En Rabinal, el peso del nij en cerco varió significativamente del peso de nij en baldes (Apéndice D, Tabla D.4). Se hubiera pensado que el nij en el cerco tendría un mayor peso al encontrarse en condiciones más naturales, pero es posible que el nij en los baldes fuera de mayor tamaño debido a que había un menor número de individuos por planta hospedera, teniendo que competir menos por alimento, mientras que en el cerco el nij se encontraba en cantidades abundantes, dificultándose más la alimentación.

En el campus de la Universidad del Valle, el peso del nij afuera del invernadero varió significativamente del peso del nij adentro del invernadero (Apéndice D, Tabla D.5). Puede ser que el nij adentro del invernadero fuera de menor tamaño,

porque la temperatura máxima promedio es mayor en el invernadero que en su lugar de colecta, Rabinal; además, el calor se retiene, como un horno y no circula aire fresco.

No hubo una diferencia significativa entre los pesos del nij en Rabinal y los pesos del nij en el campus de la Universidad del Valle. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad del análisis de varianza de una vía, debido que si se hubiera rechazado, habría una probabilidad del 76% de cometer el error Tipo I, o sea rechazar la hipótesis nula cuando era verdadera (Apéndice D, Tabla D.6).

Para las poblaciones de nij en Rabinal no hubo una diferencia significativa entre los porcentajes de sobrevivencia final del nij en cerco y el nij en baldes. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad del análisis de varianza de una vía, debido que al rechazarla habría una probabilidad del 45% de cometer el error Tipo I (Apéndice D, Tabla D.7).

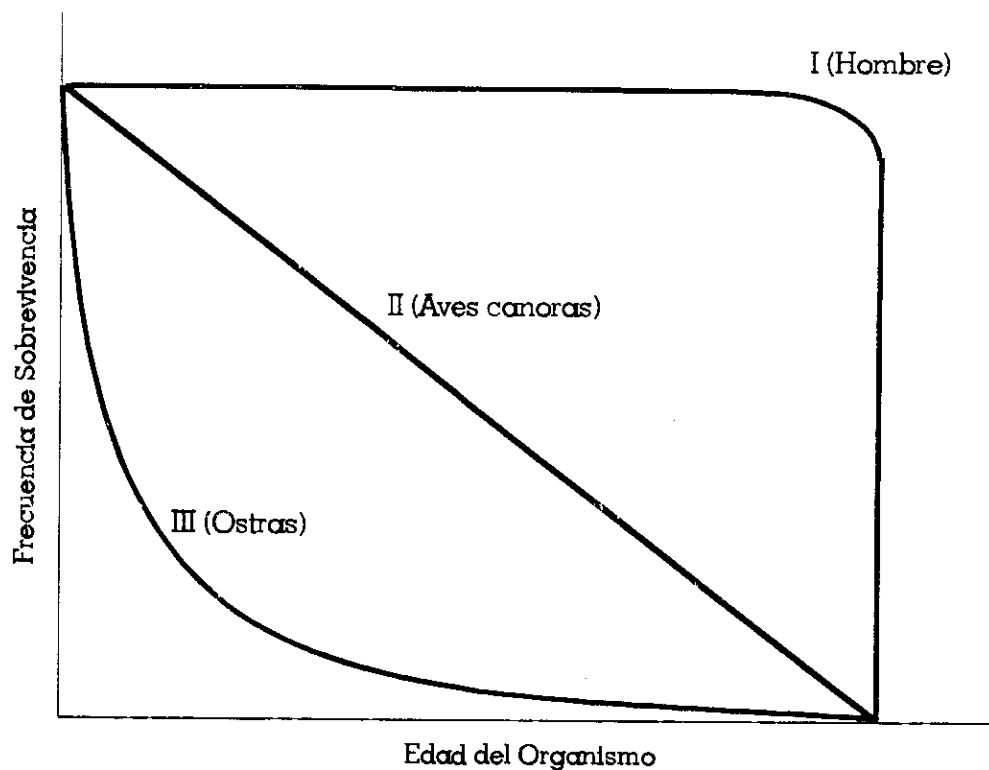
En el campus de la Universidad del Valle no se observó una diferencia significativa entre el porcentaje de sobrevivencia final del nij dentro de un invernadero y del nij afuera del invernadero. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad del análisis de varianza de una vía, debido que al rechazarla habría una probabilidad del 63% de cometer el error Tipo I (Apéndice D, Tabla D.8).

Finalmente se determinó por medio de un análisis de varianza de una vía que no había una diferencia significativa entre el porcentaje de sobrevivencia final del

nij en Rabinal y del nij en el campus de la Universidad del Valle. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad debido que si se rechazaba habría una probabilidad del 45% de cometer el error Tipo I (Apéndice D, Tabla D.9).

Con los resultados de los análisis de varianza para los pesos y los porcentajes de sobrevivencia final, se puede notar que no existe una relación entre el peso del nij y el porcentaje de sobrevivencia al final del ciclo de vida.

El tipo de curva de sobrevivencia obtenida para el nij fue del Tipo III. Existen tres tipos de curvas de sobrevivencia básicos tipificados por: la del hombre, la de aves canoras y la de ostras (Wilson & Bossert, 1971).



La curva Tipo I, corresponde a organismos en cuya población la mortandad accidental se mantiene en su nivel más bajo; la mayoría de los miembros mueren al llegar a la senescencia. La curva Tipo II corresponde a poblaciones de organismos que disminuyen una fracción fija de individuos en cada grupo de edades de su ciclo de vida. La curva Tipo III es la más común en la naturaleza, corresponde a organismos que producen un gran número de descendientes en la forma de

esporas, semillas o huevos, de los cuales la mayoría muere casi inmediatamente, sobreviviendo los que logran encontrar y establecerse en un lugar seguro (Wilson & Bossert, 1971). El nij utiliza la estrategia de selección-r, en la que para tener éxito, los organismos deben descubrir un habitat inmediatamente, reproducirse rápidamente para utilizar el recurso en su habitat antes de que otra especie lo utilice, y dispersarse en busca de un nuevo habitat antes de que el existente se vuelva desfavorable. El otro tipo de estrategia es la selección-K, utilizada por individuos grandes, resultando un aumento en especialización para evitar interferencia por competidores, o un aumento en la tendencia a defender territorios de miembros de su misma especie. Usualmente estos organismos tienen una curva de sobrevivencia del Tipo I (Wilson & Bossert, 1971).

Por observaciones en el campo, no parecía haber ninguna otra especie compitiendo con el nij por alimento. Es posible que la razón por la cual el nij produce huevos en gran número sea para asegurar la sobrevivencia de algunos individuos de su descendencia (perpetuación de sus genes) al ataque del depredador de huevos Oryssomus subterminatus.

Otra forma en que el nij asegura la perpetuación de su línea genética es que hay un macho para cada diez hembras, aumentando sus posibilidades de copular.

Tanto para las poblaciones de nij en Rabinal como para las del campus de la Universidad del Valle se calculó el área bajo la curva para poder ilustrar

numéricamente las variaciones en las curvas de sobrevivencia. Para todas las poblaciones observadas en el estudio de tablas de vida se obtuvo una curva de sobrevivencia del Tipo III, pero todas con variaciones. En Rabinal, el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en el cerco fue mayor que el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en baldes (Apéndice D, Tabla D.10). El porcentaje de mortandad ($100q_x$) en los baldes fue mayor en los primeros estadíos debido a que los piñones en los baldes no proporcionaban suficiente alimento y protección para el nij. En cambio, el nij en el cerco se encontraba en condiciones que se asemejaban a lo natural y el porcentaje de mortandad ($100q_x$) se mantuvo más constante, obteniéndose una curva que se acercaba a una recta exponencial negativa y, por consiguiente, más área bajo la curva.

En el campus de la Universidad del Valle no se determinó una diferencia significativa entre el área bajo la curva de sobrevivencia del nij afuera del invernadero y el área bajo la curva de sobrevivencia del nij adentro del invernadero. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad del análisis de varianza de una vía, debido que al rechazarla habría una probabilidad del 54% de cometer el error Tipo I (Apéndice D, Tabla D.11).

Por último, se determinó con el análisis de varianza de una vía que no hay una diferencia significativa entre el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en Rabinal y el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en el campus de la

Universidad del Valle. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad porque si se rechazaba habría una probabilidad del 14% de cometer el error Tipo I (Apéndice D, D.12). Las áreas bajo las curvas de sobrevivencia del nij en Rabinal y el campus de la Universidad del Valle merecen más estudio, pues el análisis sugiere una tendencia que no es totalmente error aleatorio.

H. Porcentaje de mortandad

En Rabinal se determinó por medio de un análisis de varianza de dos vías que el porcentaje de mortandad (qx) no difiere significativamente entre estadíos. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad porque al rechazarla habría una probabilidad del 77% de cometer el error Tipo I. También se aceptó la hipótesis nula de igualdad que no hay diferencia entre el porcentaje de mortandad (qx) de nij en balde y de nij en cerco porque al rechazarla habría una probabilidad del 71% de cometer el error Tipo I. Finalmente, se aceptó la hipótesis nula de igualdad que no hay interacción entre el factor estadío y el factor sitio en que está sembrada la planta hospedera; si se hubiera rechazado habría un 63% de cometer el error Tipo I (Apéndice D, Tabla D.13).

En el campus de la Universidad del Valle se determinó por medio de un análisis de varianza de dos vías que sí hay diferencia entre el porcentaje de mortandad (qx) entre estadíos, observándose que el mayor porcentaje se dio en

el tercer estadio. No se logró determinar la causa de que la mortandad fuera tan alta en este estadio. Del mismo análisis se aceptó la hipótesis nula de igualdad que no hay diferencia entre el porcentaje de mortandad (qx) del nij adentro del invernadero y del nij afuera del invernadero; de haberse rechazado, habría una probabilidad del 53% de cometer el error Tipo I. Por último se determinó que si existe interacción entre el factor estadio del nij y sitio en que se encontraba el balde con la planta hospedera (Apéndice D, Tabla D.14). En la Figura 14 se aprecia que para todos los estadios, menos para el segundo y el tercero, el porcentaje de mortandad es mayor afuera del invernadero que en el invernadero. Una posible causa de que el porcentaje de mortandad fuera mayor en el segundo y tercer estadio adentro del invernadero es que en esa época del año (junio y julio) la temperatura fuera más alta y que el calor se retuviera adentro de la instalación.

Con un análisis de varianza de dos vías final se determinó que sí existe diferencia entre el porcentaje de mortandad del nij entre estadios, observándose el mayor porcentaje en el tercer estadio. Se aceptó la hipótesis nula de igualdad que no hay diferencia entre el porcentaje de mortandad del nij en Rabinal y el nij en el campus de la Universidad del Valle, porque si se rechazaba habría una probabilidad del 38% de cometer el error Tipo I. Se encontró que sí hay interacción entre el factor estadio y el factor localidad (Apéndice D, Tabla D.15). En la Figura 15 se aprecia que el porcentaje de mortandad para todos los estadios,

menos para el primer y tercer estadio, es mayor en Rabinal que en el campus de la Universidad del Valle. Que el porcentaje de mortandad en primer estadio haya sido mayor en el campus de la Universidad del Valle se explica por las condiciones en que se encontraba el nij cuando se infestaron las plantas hospederas. La razón por la que el porcentaje de mortandad en el tercer estadio aumentó en la Universidad del Valle no fue determinada.

Con los análisis de varianza de dos vías se demostró que sí difieren los porcentajes de mortandad entre estadios, pero no se determinó entre cuáles había una diferencia significativa. Con la prueba LSD se mostró que el porcentaje de mortandad del segundo y tercer estadio difirió significativamente del porcentaje de mortandad en el cuarto y quinto estadio. Este resultado comprueba que los mayores porcentajes de mortandad se dan en los primeros estadios (huevecillo, segundo y tercer estadio).

I. Otras observaciones

Al observarse que el nij sí crece en el Departamento de Santa Rosa comprueba que pudo haber sido cultivado allí como es citado en la introducción. También sugiere que el hombre es muy importante para la sobrevivencia de poblaciones del nij; probablemente, si hubiera personas interesadas en el cultivo de esta cochinilla

en el área y guardarán los huevecillos como lo hacen en Rabinal, aún habría nij en Santa Rosa.

Para el cultivo de nij, en base al número promedio de huevos que ovipone una hembra adulta (887.6 huevos), el porcentaje promedio de eclosión de los huevos (90%) y el porcentaje promedio de sobrevivencia de las hembras antes de oviponer (4%) se obtuvo una fórmula para calcular el número de masas de huevecillos que se deben utilizar para obtener un número dado de nij en una cosecha. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Nij cosechados} = \text{Masas de huevos} [0.04[0.90[887.6 \text{ huevos}]]]$$

$$\text{Nij cosechados} = \text{Masas de huevos} [0.036[887.6 \text{ huevos}]]$$

$$\text{Nij cosechados} = 31.95 \text{ Masas de huevos}$$

$$\text{Masas de huevos} = \frac{\text{Nij cosechados}}{31.95}$$

VI. CONCLUSIONES

Al finalizar el estudio de tablas de vida, con base en las observaciones de las poblaciones de nij realizadas, se concluyó que:

1. El nij, Llaveia sp. puede llegar a poner de 400 a 1,500 huevos aproximadamente, de los cuales no eclosiona el 10%.

2. Sí existe relación entre el peso de la cochinilla y el número de huevos que ponen y las ecuaciones de la relación son:

$$Y = 2304.55 x - 300.97$$

y

$$Y = 2830.02 \log x + 1723.27$$

3. No hubo diferencia significativa en el porcentaje de sobrevivencia final entre el nij de Rabinal y el del campus de la Universidad del Valle. En Rabinal tampoco hubo diferencia significativa en el porcentaje de sobrevivencia final entre el nij en cerco y el nij en baldes, y en el campus de la Universidad del Valle, no difirió

significativamente el porcentaje de sobrevivencia final entre el nij en el invernadero y el nij afuera del invernadero.

4. La curva de sobrevivencia de las poblaciones de nij es del Tipo III, en la que se da un alto porcentaje de mortandad en los primeros días del ciclo de vida. El nij utiliza la estrategia de selección-r.

5. Se observó una diferencia no altamente significativa ($F = 2.56$, $P = 0.14$) entre el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en Rabinal y el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en el campus de la Universidad del Valle. Se sugiere que esta diferencia merece mayor estudio.

En Rabinal, el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en el cerco fue mayor que el área bajo la curva de sobrevivencia del nij en baldes, y en el campus de la Universidad del Valle no difirió significativamente el área bajo la curva de sobrevivencia del nij adentro y afuera del invernadero.

6. No hubo una diferencia significativa entre el peso del nij observado en Rabinal y el observado en el campus de la Universidad del Valle; aunque en Rabinal, el peso promedio ($0.36 \pm 0.04g$) del nij en balde fue mayor que el del nij ($0.25 \pm 0.06g$) en el cerco, y en el campus de la Universidad del Valle, el peso

promedio ($0.32 \pm 0.03\text{g}$) del nij afuera del invernadero fue mayor que el del nij ($0.20 \pm 0.03\text{g}$) adentro del invernadero.

7. El nij tiene un mayor porcentaje de mortandad (100qx) en la etapa de huevo, 80-100%, al ser depredado por la larva del coccinélido Oryssomus subterminatus. En el estudio se observó que este depredador es la principal causa de mortandad del nij.

8. En Rabinal se encontró entre el nij, el coccinélido Rodolia cardinalis, un potencial depredador, del que se conoce que se alimenta del margaródido Icerya purchasi. Se considera que se debe realizar estudios posteriores para medir el impacto que tiene este coccinélido sobre las poblaciones de nij.

El porcentaje de mortandad observado en la etapa de huevo, causado por Oryssomus subterminatus, y el potencial depredador de nij en primer y segundo estadio, Rodolia cardinalis, sugiere que el nij es más susceptible al ataque de depredadores en los primeros estadios.

9. Se determinó con la prueba LSD que los porcentajes de mortandad (qx) del segundo y tercer estadio son significativamente mayores que los porcentajes de mortandad en el cuarto y quinto estadio. Por lo tanto, las observaciones sugieren

que no importando la causa de mortandad dada en cada localidad, el porcentaje de mortandad es mayor en los primeros estadíos que en el estadío adulto, tanto en Rabinal como en el campus de la Universidad del Valle.

10. Los resultados obtenidos del estudio del nij sugiriendo que su desarrollo en Rabinal no difiere de su desarrollo en el campus de la Universidad del Valle y las observaciones de sobrevivencia de la cochinilla en el departamento de Santa Rosa, comprueban que el nij se puede cultivar en otros lugares del país y marcan la importancia del papel que juega el hombre en su sobrevivencia al guardar los huevecillos y colocarlos en las bases de las plantas hospederas, cuando las condiciones son óptimas.

11. La fórmula:

$$\text{No. de masas de huevos al inicio} = \frac{\text{No. de nij cosechado}}{31.95}$$

estima el número aproximado de masas de huevecillos para producir una cosecha de nij.

VII. LITERATURA CITADA

- Bellows, T.S., R.G. Van Driesche y J.S. Elkinton. 1992. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. *Annual Review of Entomology*; 37: 587-614.
- Borror, D.J., D.M. Delong y C.A. Triplehorn. 1976. *An introduction to the study of insects*. 4ta. ed. New York, Holt, Rhinehart & Winston Publisher. 852pp.
- De La Llave, P. 1832. Sobre el axin, especie nueva de Coccus, y sobre la grasa que de él se estrae. *Registro Trimestre o Colección de Memorias de Historia, Literatura, Ciencias y Artes de México*; 1 (2): 147-152.
- Dirección General de Agricultura. 1940. *El nige, su preparación y empleo. Ilustrado al Agricultor*. 3era ed. Imprenta Nacional, Guatemala.
- Gordon, B.L. 1957. A domesticated, wax-producing, scale insect kept by the Guaymí Indians of Panamá. *Ethnos*; (1 y 2): 36-49.
- Harcourt, D.G. 1969. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. *Annual Review of Entomology (Canada)*; 14: 175-196.
- Howell, J.O. y M.L. Williams. 1976. An annotated key to the families of scale insects (Homoptera: Coccoidea) of America, North of Mexico, based on characteristics of the adult female. *Annals of the Entomological Society of America*; 69 (2): 181-189.
- INSIVUMEH. 1994. *Precipitación pluvial anual y temperaturas mínimas y máximas promedio para la ciudad de Guatemala y San Jerónimo, Baja Verapaz*. Guatemala.
- Jenkins, K.D. 1964. Aje or Ni-in (the fat scale insect) painting medium and unguent. *XXXV Congreso Internacional de Americanistas, México*; 625-636.

- Jenkins, K.D. 1970. The fat yielding coccid, Llaveia, a Monophlebinae of the Margarodidae. Pan-Pacific Entomologist; 46 (1): 79-81.
- Kosztarab, M. 1987. Anything unique or unusual about insects (Homoptera: Coccoidea). Annals of the Entomological Society of America; 215-220.
- Kyi, A., M.P. Zalucki y I.J. Titmarsh. 1991. An experimental study of early stage survival of Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton. Bulletin of Entomological Research. 81: 263-271.
- MacVean, C. 1993. Identification of nij insects and their wax: deriving a sustainable industry from biological resources used by the Maya. Interim Report, BSP/WWF project #7577; (1): 1-22.
- McBryde, W. 1943. The black lacquer mystery of the Guatemala Maya Indians. Scientific Monthly; 57: 113-118.
- Morrison, H. 1928. A classification of the higher groups and genera of the coccid family Margarodidae. Technical Bulletin 52, U.S. Dept. of Agriculture. 247 pp.
- Redak, R.A. 1988. A PC program in BASIC for calculating areas under survivorship curves. Department of Entomology, University of California Riverside, Riverside, CA.
- Steel, R.G.D. Y J.H. Torrie. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos. 2nda. ed. México, McGraw-Hill Pub. 622 pp.
- Varley, G.C. y G.R. Gradwell. 1970. Recent advances in insect population dynamics. Annual Review of Entomology; 15: 1-24.
- USDA. 1869. The niin of Yucatan. Report of the Commissioner of Agriculture for the Year 1868. Washington, Government Printing Office. 267-271.
- Way, M.J., M.E. Cammel y M.R. Paiva. 1992. Studies on egg predation by ants (Hymenoptera: Formicidae) especially on the eucalyptus borer Phoracantha semipunctata (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal. Bulletin of Entomological Research; 82: 425-432.
- Wilson, E.O. y W.H. Bossert. 1971. A primer of population biology. Sunderland, Sinauer Associates, Publishers. 192 pp.

APENDICE A

Taxonomía del nij

Se presenta un listado de la clasificación del insecto, entrando en una descripción detallada los taxones para señalar las características del nij que lo diferencian de organismos similares.

REINO: Animalia
FILO: Arthropoda
CLASE: Insecta
ORDEN: Homoptera
SUB-ORDEN: Sternorrhyncha
SUPER-FAMILIA: Coccoidea
DIVISION: Archaeococcoidea
FAMILIA: Margarodidae
SUB-FAMILIA: Monophlebinae
TRIBU: Llaveiini
GENERO: Llaveia
PROBABLE ESPECIE: L. axin

El nij pertenece al orden Homoptera. El orden se subdivide con base en características como el largo y la forma de las antenas, la posición de las partes bucales y por su motilidad o forma de vida. Distinguiéndose por tener antenas usualmente largas y filiformes, el pico (parte bucal) aparentemente surgiendo de

entre las coxas frontales y un tipo de vida poco activa o sedentaria, el nij forma parte del suborden Sternorrhyncha (Borrer et al., 1976).

A su vez, el suborden Sternorrhyncha se divide basándose en el número de segmentos tarsales y el número de segmentos en las antenas, la estructura y venación de las alas y otras características (Borrer et al., 1976). El nij queda clasificado dentro de la superfamilia Coccoidea, o bien bajo el suborden Coccinae, según literatura europea (Kosztarab, 1987). Como sea, este taxón se subdivide en familias y los insectos que forman parte de este grupo se les conoce como cochinillas o escamas (Howell & Williams, 1976).

Las escamas y cochinillas que poseen patas tienen tarsos de 1-2 segmentos con una uña y las antenas pueden tener de 1-13 segmentos. Las hembras siempre son ápteras y los machos pueden ser ápteros o alados. En el caso del nij, el macho adulto es alado y tiene partes bucales no funcionales. Las hembras depositan sus huevos debajo de ellas o en un ovisaco. Durante el primer estadio, el nij tiene patas funcionales y se moviliza bastante, pero en estadios más avanzados las patas dejan de ser tan funcionales y pasan a ser la mayoría del tiempo sedentarios. Las hembras y los estadios inmaduros de ambos sexos se alimentan de líquidos en las plantas. La forma de alimentación es por medio de estiletes, los cuales insertan en el tejido de la planta hospedera para obtener los líquidos (Howell & Williams, 1976).

Las familias dentro de la superfamilia Coccoidea se separan en primitivas y avanzadas: Archaeococcoidea y Neococcoidea, respectivamente. El nij, pertenece a la familia Margarodidae por tener espiráculos abdominales y es un ejemplo de cochinilla primitiva (Howell & Williams, 1976).

A los margarodidos se les conoce como coccidos gigantes. Esta familia contiene las especies más grandes de la superfamilia. Los miembros de esta familia usualmente tienen un anillo anal simple (Howell & Williams, 1976). La familia Margarodidae está dividida en subfamilias por características como forma del cuerpo, tipo de dermis y número de segmentos en las antenas. El nij, pertenece a la subfamilia Monophlebinac y se caracteriza por tener un cuerpo alargado, elíptico u ovalado; la dermis es membranosa o un poco quitinosa y el número de segmentos en las antenas varía de 10-11. Los machos adultos usualmente tienen un cuerpo alargado, son alados y las antenas tienen 10 segmentos (Morrison, 1928).

La subfamilia Monophlebinac se divide en tribus y el nij pertenece a la tribu Llavecini. Las hembras adultas de esta tribu se caracterizan por tener un cuerpo elíptico, dermis membranosa, antenas de 9-11 segmentos, estilete cónico de dos segmentos y espiráculos torácicos grandes. Tienen muchos poros dermales y los espiráculos abdominales están agrupados en siete pares, siendo más pequeños que los torácicos. Además, esta tribu tiene cicatrices ventrales que varían de 1 a 7

(Morrison, 1928). Los machos adultos de la tribu tienen un cuerpo alargado y la cabeza es de forma triangular; sus antenas constan de 10 segmentos y las patas son delgadas. Estos machos generalmente son alados y el margen costal de dichas alas es de color rojo. También tienen espiráculos abdominales relativamente grandes y poco quitinizados.

Finalmente, la tribu se divide en tres géneros entre los cuales está Llaveia, el género del nij. Las hembras adultas de este género se caracterizan por tener un cuerpo elíptico, una dermis de membranosa a poco quitinizada, antenas de 11 segmentos y varias cicatrices abdominales arregladas en semicírculo. La hembra en estadio intermedio se parece al adulto con la diferencia de que las antenas tienen un menor número de segmentos y tienen menos poros y setas (Morrison, 1928). El macho adulto tiene el cuerpo alargado, el ápice de la cabeza triangular, la cabeza con varios poros y seta y una protuberancia globular. Sus antenas son de 10 segmentos. Sus alas son membranosas con líneas diagonales de color negro (Morrison, 1928).

APENDICE B

Tabla de vida

Las tablas de vida fueron originalmente usadas por estudiantes de poblaciones humanas. Estas estaban diseñadas para estudios demográficos y actuarios (Harcourt, 1969).

El formato general para la presentación de una tabla de vida ecológica es:

x	l_x	dx_F	dx	$100q_x$	q_x	S_x
---	-------	--------	------	----------	-------	-------

en donde: x = Etapa de crecimiento en el que la muestra fue tomada (ejemplo: huevo, adulto).

l_0 = Número de individuos al inicio del estudio.

l_x = Número de individuos vivos al inicio de la etapa observada en x .

dx = Número de individuos muertos en el intervalo de la etapa observada en x .

dx_F = Factor de mortalidad responsable de dx .

q_x = Porcentaje de mortalidad respecto de l_x .

$100q_x$ = Porcentaje de mortalidad respecto de l_0 .

S_x = Razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

APENDICE C

Tablas de datos brutos

Tabla C.1

Peso (g) de las hembras de nij recolectadas en 1992, por localidad

Chiapa de Corzo, México	Baja Verapaz, Guatemala
0.43	0.67
0.48	0.61
0.45	0.64
0.31	0.55
0.46	0.68
0.53	0.50
0.52	0.76
0.45	0.66
0.40	0.51
0.42	0.59
0.46	0.68
0.41	0.68
0.51	0.67
0.55	0.55
0.56	0.62
0.64	0.58
0.49	0.55
0.42	0.38
0.54	0.46
0.55	0.61
0.40	0.39
0.45	0.52
0.44	0.50
0.54	0.43
0.49	0.43
	0.54
	0.81
	0.77
n=25	n=28
\bar{x} =0.48	\bar{x} =0.58
S \bar{x} =0.01	S \bar{x} =0.02

Tabla C.2

Número de huevos puestos por individuo y porcentaje de eclosión de los huevos de nij colectados en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992

Chiapa de Corzo, México		Baja Verapaz, Guatemala	
Porcentaje de eclosión	Número de huevos	Porcentaje de eclosión	Número de huevos
97	585	99	1225
68	913	87	1079
92	865	99	1194
89	114	99	1028
99	703	93	1229
98	929	99	879
99	973	99	1428
50	2	0	1187
92	739	35	862
90	548	94	1004
98	912	98	1303
96	637	100	1348
90	902	98	1180
97	999	99	942
93	861	86	1142
94	1184	100	954
94	783	99	877
99	727	98	572
97	1011	99	861
97	915	99	1101
97	501	96	645
78	489	100	995
99	824	96	912
82	946	98	752
98	778	87	811
		99	1117
		77	205
		93	1372
n=25		n=28	
$\bar{x}=93$	$\bar{x}=754$	$\bar{x}=90$	$\bar{x}=1007$
$S\bar{x}=2$	$S\bar{x}=54$	$S\bar{x}=4$	$S\bar{x}=50$

Tabla C.3

Peso (g) de las hembras adultas de nij de las poblaciones observadas en Rabinal, Baja Verapaz, por balde y por sección del cerco.

Balde 1	Balde 2	Balde 5	Sección 1 del cerco	Sección 2 del cerco
0.39	0.42	0.29	0.25	0.50
0.27	0.43	0.32	0.33	0.22
0.41	0.39	0.08	0.30	0.04
0.39	0.43		0.33	0.06
0.46	0.36		0.01	0.26
	0.35		0.08	0.43
	0.42		0.18	0.46
	0.42		0.67	0.15
	0.41		0.38	0.10
	0.27		0.38	0.14
	0.52		0.07	0.10
	0.33		0.14	0.28
	0.30		0.44	0.02
	0.26		0.38	0.15
	0.32		0.19	0.31
	0.32		0.51	0.03
			0.12	0.60
			0.23	0.52
			0.28	0.59
			0.02	0.27
			0.02	0.02
			0.39	0.33
			0.37	
n=5	n=16	n=3	n=23	n=22
$\bar{x}=0.38$	$\bar{x}=0.37$	$\bar{x}=0.23$	$\bar{x}=0.25$	$\bar{x}=0.25$
$S\bar{x}=0.03$	$S\bar{x}=0.02$	$S\bar{x}=0.08$	$S\bar{x}=0.04$	$S\bar{x}=0.04$

Tabla C.4

Peso (g) de hembras adultas de *nij* de las poblaciones observadas en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala, por baldes

Balde 1	Balde 2	Balde 4	Balde 5	Balde 7
0.30	0.40	0.27	0.28	0.18
0.46	0.13	0.31	0.25	0.19
0.40	0.35	0.28	0.29	0.18
0.28	0.34	0.36	0.25	0.17
0.50	0.26	0.34	0.27	0.14
0.19		0.36	0.18	0.14
0.28		0.31	0.16	
0.31		0.37	0.18	
0.42		0.31		
0.29				
0.22				
0.35				
n=12	n=5	n=9	n=8	n=6
$\bar{x}=0.33$	$\bar{x}=0.30$	$\bar{x}=0.32$	$\bar{x}=0.23$	$\bar{x}=0.17$
$S\bar{x}=0.03$	$S\bar{x}=0.05$	$S\bar{x}=0.01$	$S\bar{x}=0.02$	$S\bar{x}=0.01$

APENDICE D

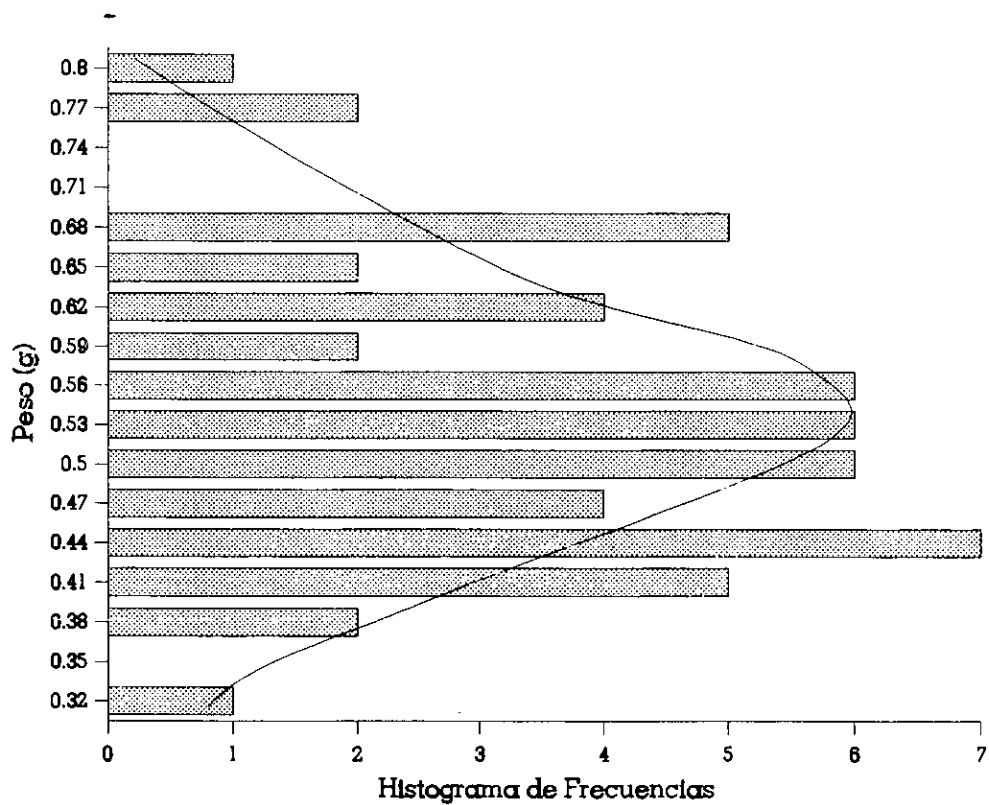
Análisis estadístico

Tabla D.1

Análisis de varianza de una vía, con el factor localidad y sus dos niveles:
Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala para el parámetro
peso (g) del nij colectado en 1992

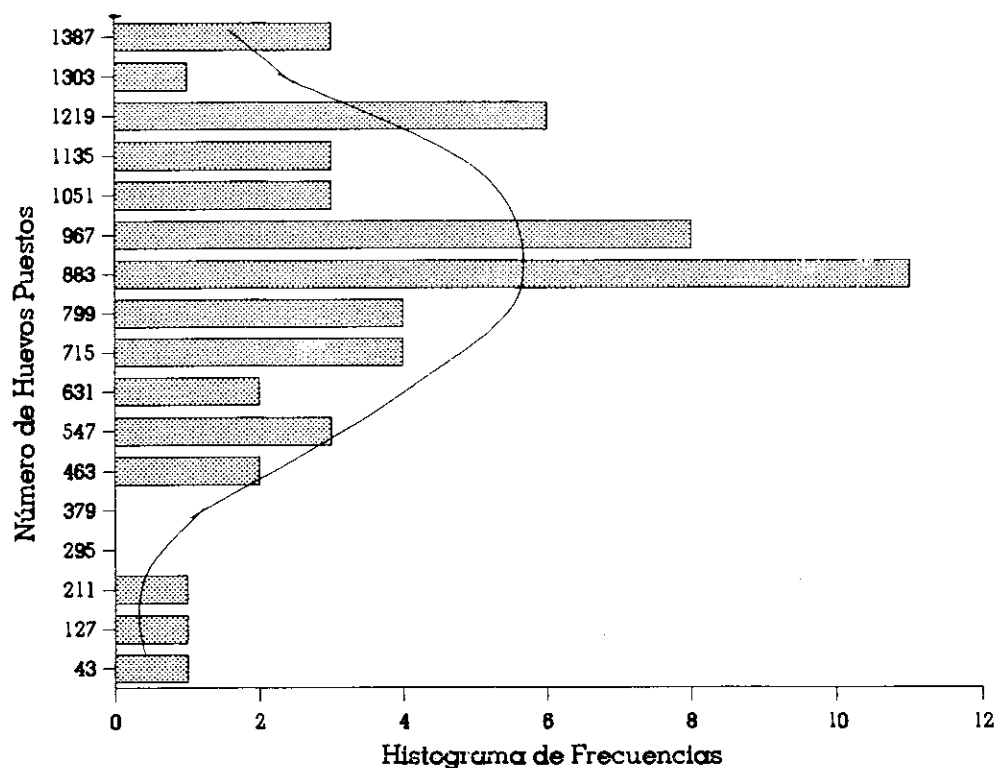
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	0.1486	0.1486	16.5743	0.0002
Dentro de grupos	51	0.4573	0.0090		
TOTAL	52	0.6058			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Chiapa de Corzo	25	0.4769	0.0689	0.0138	0.4485 α 0.5053	0.3128	0.6396
Baja Verapaz	28	0.5830	0.1128	0.0213	0.5392 α 0.6267	0.3822	0.8085
TOTAL	53	0.5329	0.1079	0.0148	0.5032 α 0.5627	0.3128	0.8085



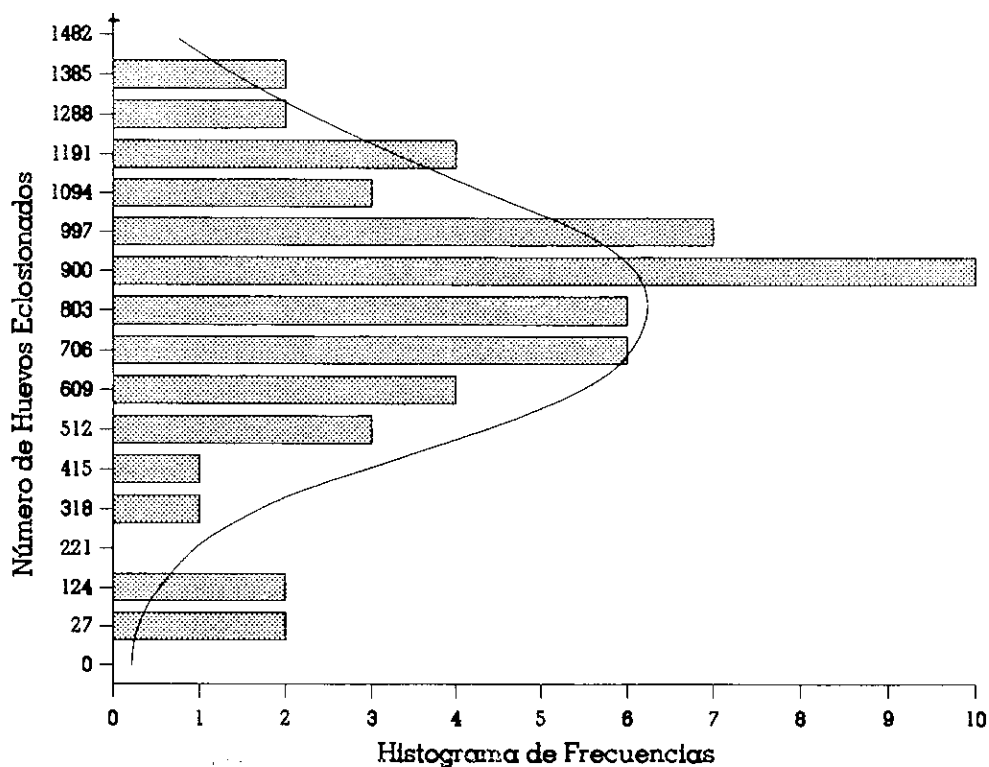
Media	0.533	Error Estandar	0.015	Mediana	0.521
Moda	0.313	Desviación Estandar	0.108	Varianza	0.012
Kurtosis	-0.055	S E Kurt	0.644	Skewness	0.533
S E Skew	0.327	Rango	0.496	Mínimo	0.313
Máximo	0.808	Suma	28.246		

Figura D.1. Histograma de frecuencias de los pesos (g) del nij proveniente de Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992.



Media	887.623	Error Estandar	40.471	Mediana	912.000
Moda	861.000	Desviación Estandar	294.636	Varianza	86810.586
Kurtosis	1.301	S E Kurt	0.644	Skewness	-0.831
S E Skew	0.327	Amplitud	1426.000	Mínimo	2.000
Máximo	1428.000	Suma	47044.000		

Figura D.2. Histograma de frecuencias del número de huevos ovipuestos por las hembras adultas de nij colectado en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992.



Media	812.811	Error Estandar	44.009	Mediana	867.000
Moda	889.000	Desviación Estandar	320.389	Varianza	102648.925
Kurtosis	0.600	S E Kurt	0.644	Skewness	-0.718
S E Skew	0.327	Amplitud	1411.000	Mínimo	0.000
Máximo	1411.000	Suma	43079.000		

Figura D.3. Histograma del número de eclosiones de los huevos ovipuestos por el nij recolectado en Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala en 1992.

Tabla D.2

Análisis de varianza de una vía con el factor localidad y sus dos niveles: Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala para el parámetro porcentaje de eclosión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	14.1171	14.1171	0.0454	0.8321
Dentro de grupos	51	15845.9565	310.7050		
TOTAL	52	15860.0736			

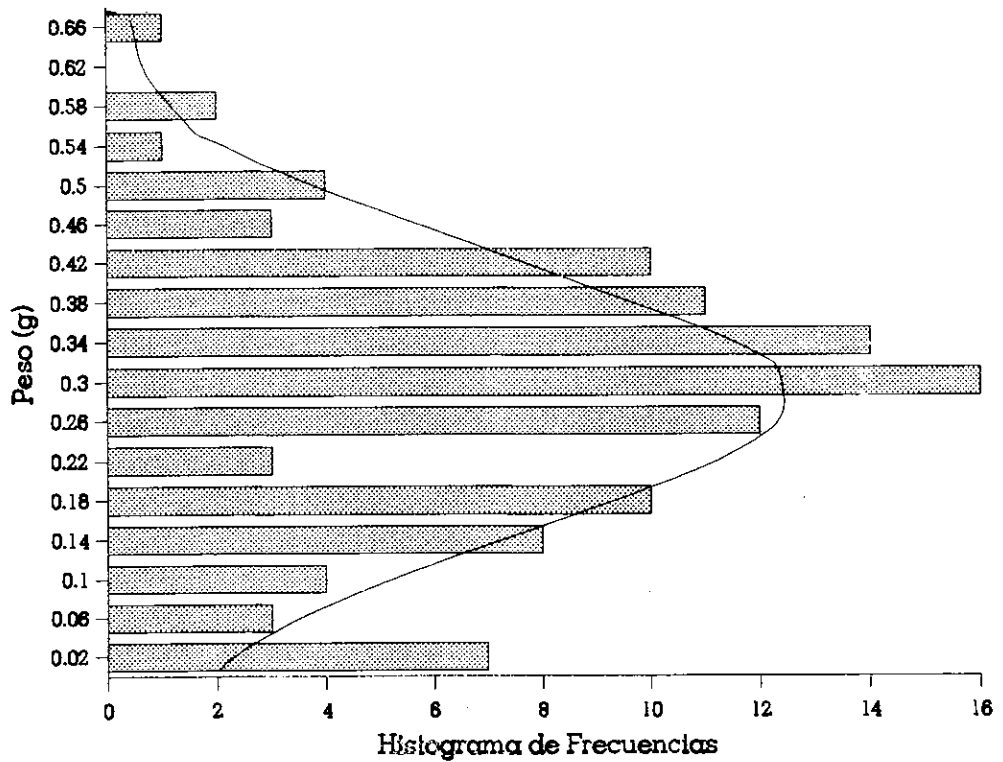
Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Chiapa de Corzo	25	91.2685	11.3410	2.2682	86.5871 α 95.9498	50.0000	98.8996
Baja Verapaz	28	90.2346	21.7384	4.1082	81.8053 α 98.6639	0.0000	100.0000
TOTAL	53	90.7223	17.4643	2.3989	85.9085 α 95.5360	0.0000	100.0000

Tabla D.3

Análisis de varianza de una vía con el factor año y sus dos niveles: 1992 y 1993, para el parámetro peso (g) de la hembra adulta de nij

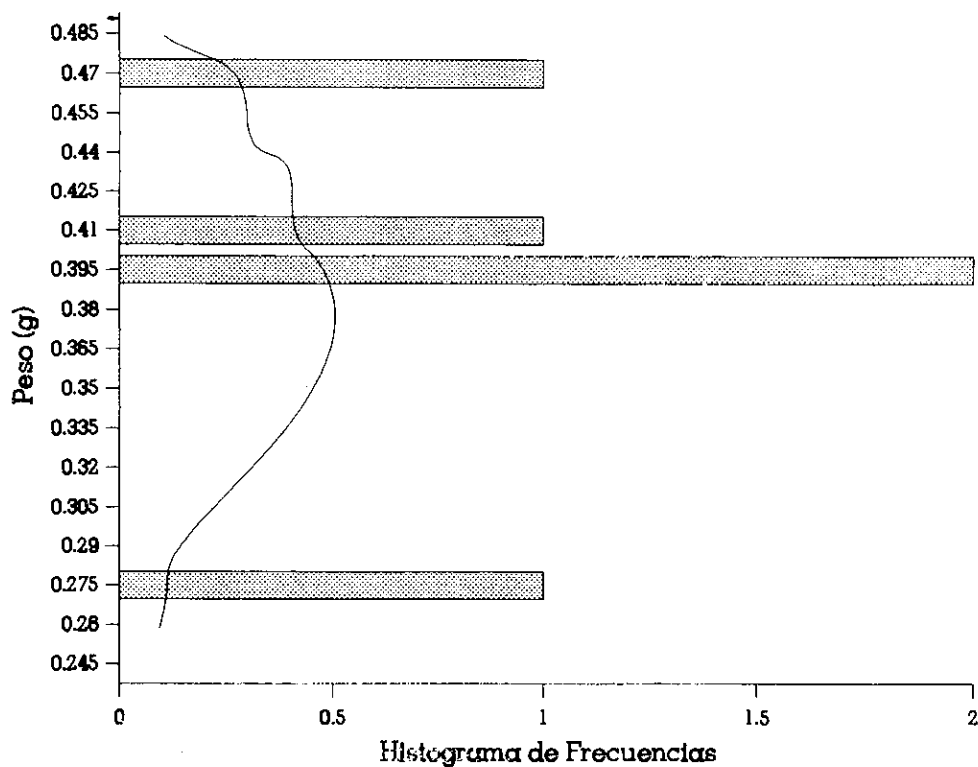
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	1.9120	1.9120	112.6770	0.0000
Dentro de grupos	154	2.6131	0.0170		
TOTAL	155	4.5251			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
1992	50	0.5260	0.1047	0.0148	0.4962 α 0.5558	0.3100	0.8100
1993	106	0.2888	0.1406	0.0137	0.2617 α 0.3918	0.0100	0.6700
TOTAL	156	0.3648	0.1709	0.0137	0.3378 α 0.3918	0.0100	0.8100



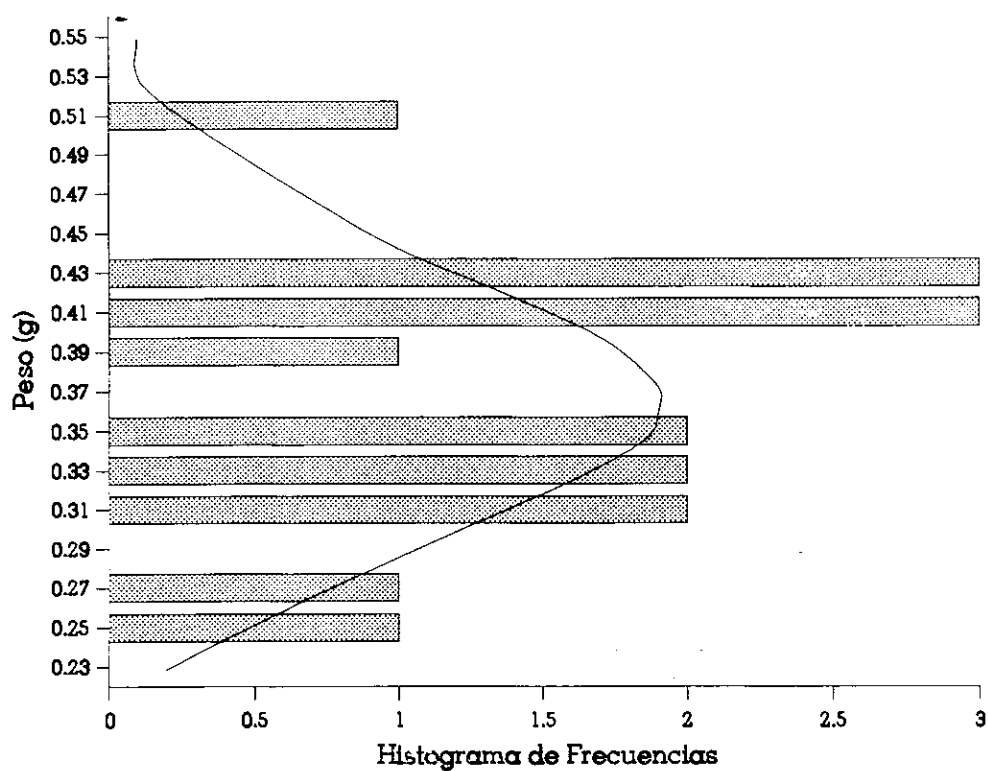
Media	0.287	Error Estandar	0.013	Mediana	0.300
Moda	0.099	Desviación Estandar	0.140	Varianza	0.020
Kurtosis	-0.202	S E Kurt	0.459	Skewness	-0.032
S E Skew	0.231	Amplitud	0.658	Mínimo	0.013
Máximo	0.672	Suma	31.236		

Figura D.4. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente al final del estudio de 1993 en Rabinal y en el campus de la Universidad del Valle.



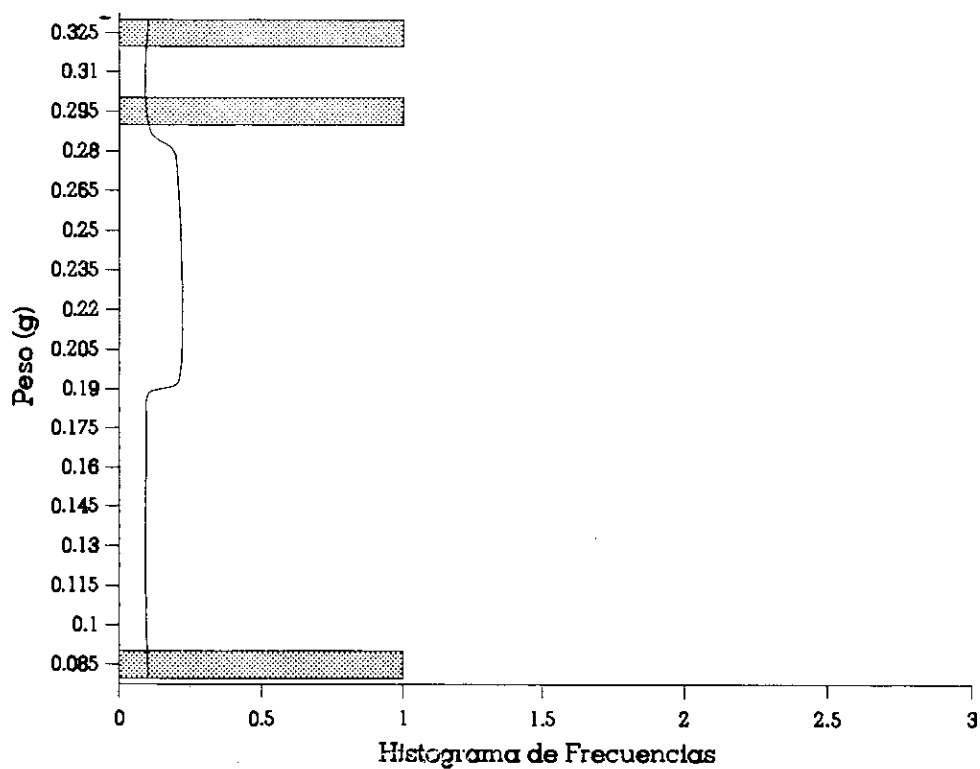
Media	0.384	Error Estandar	0.032	Mediana	0.394
Moda	0.269	Desviación Estandar	0.071	Varianza	0.005
Kurtosis	2.641	S E Kurt	2.000	Skewness	-1.210
S E Skew	0.913	Amplitud	0.195	Mínimo	0.269
Máximo	0.463	Suma	1.922		

Figura D.5. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en el Balde 1 en Rabinal, Baja Verapaz.



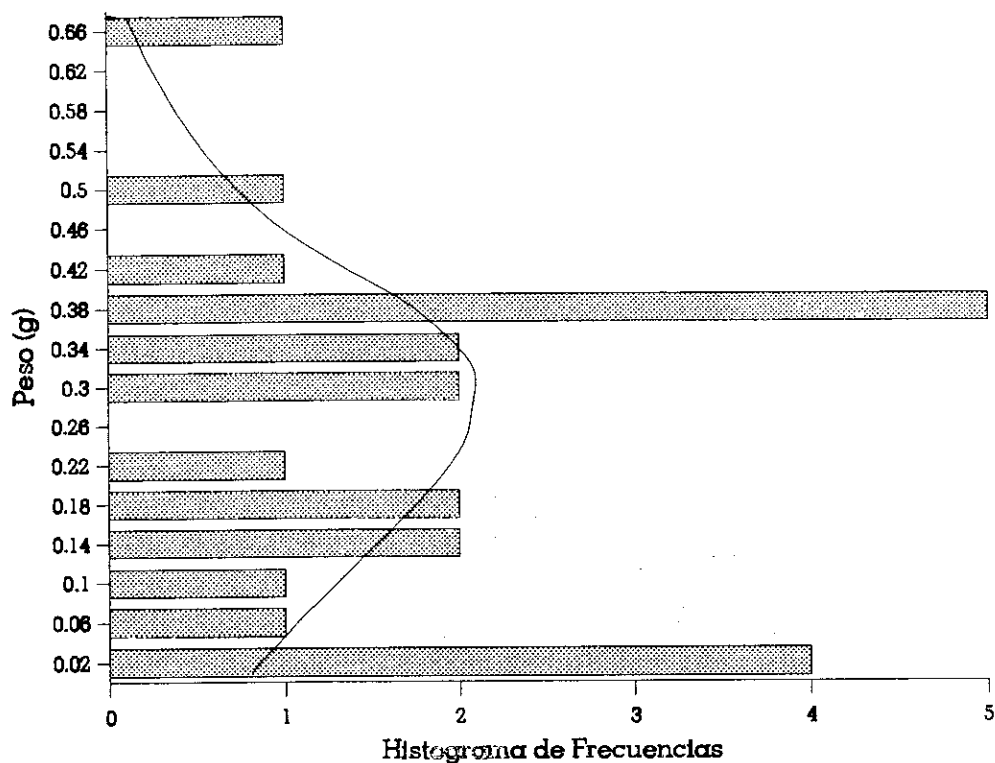
Media	0.371	Error Estandar	0.017	Mediana	0.373
Moda	0.255	Desviación Estandar	0.070	Varianza	0.005
Kurtosis	-0.235	S E Kurt	1.091	Skewness	0.164
S E Skew	0.564	Amplitud	0.263	Mínimo	0.255
Máximo	0.518	Suma	5.937		

Figura D.6. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en el Balde 2 en Rabinal, Baja Verapaz.



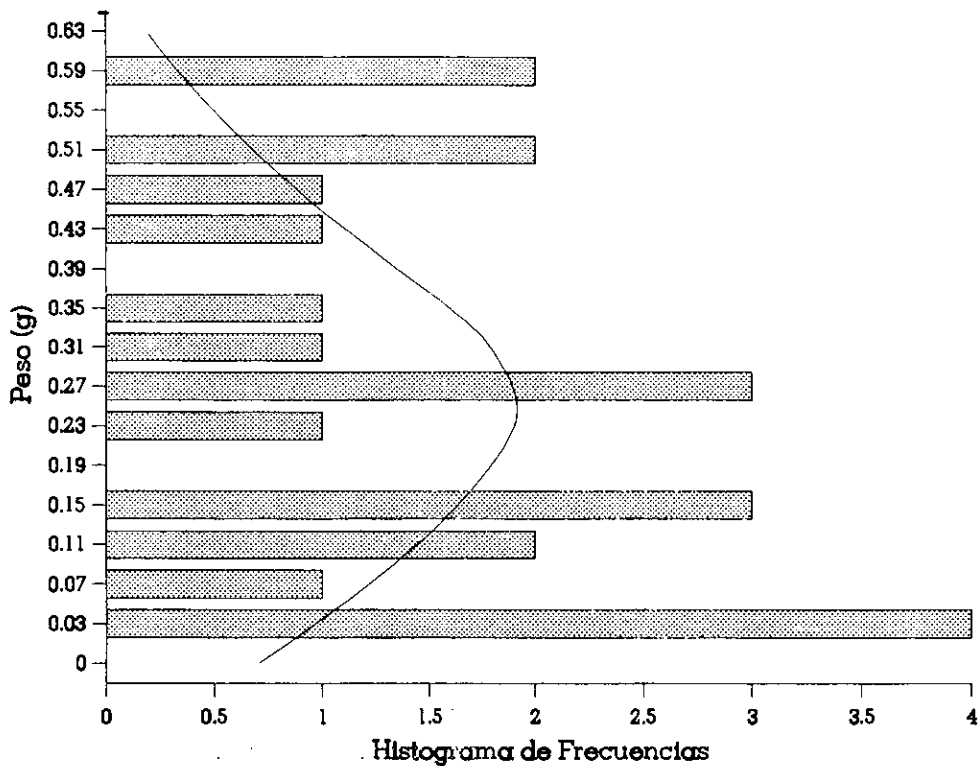
Media	0.233	Error Estandar	0.076	Mediana	0.291
Moda	0.083	Desviación Estandar	0.131	Varianza	0.017
Skewness	-1.608	S E Skew	1.225	Amplitud	0.241
Mínimo	0.083	Máximo	0.324	Suma	0.699

Figura D.7. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en el Balde 5 en Rabinal, Baja Verapaz.



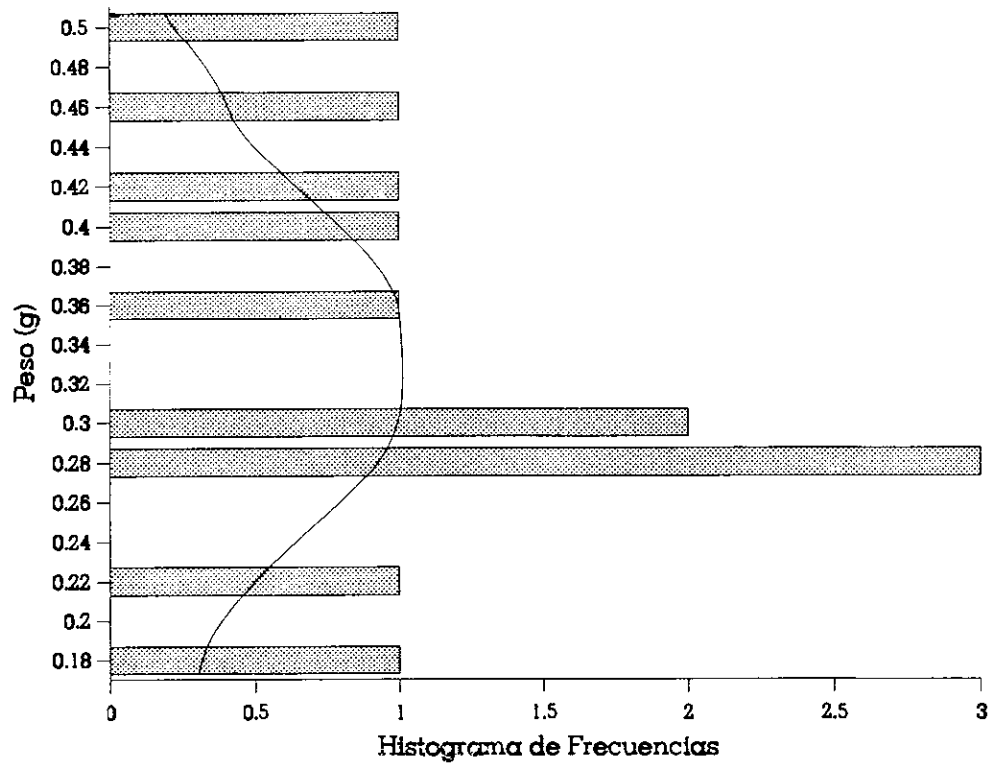
Media	0.254	Error Estandar	0.037	Mediana	0.285
Moda	0.013	Desviación Estandar	0.177	Varianza	0.031
Kurtosis	-0.315	S E Kurt	0.935	Skewness	0.340
S E Skew	0.481	Amplitud	0.658	Mínimo	0.013
Máximo	0.672	Suma	5.853		

Figura D.8. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en la Sección 1 del cerco en Rabinal, Baja Verapaz.



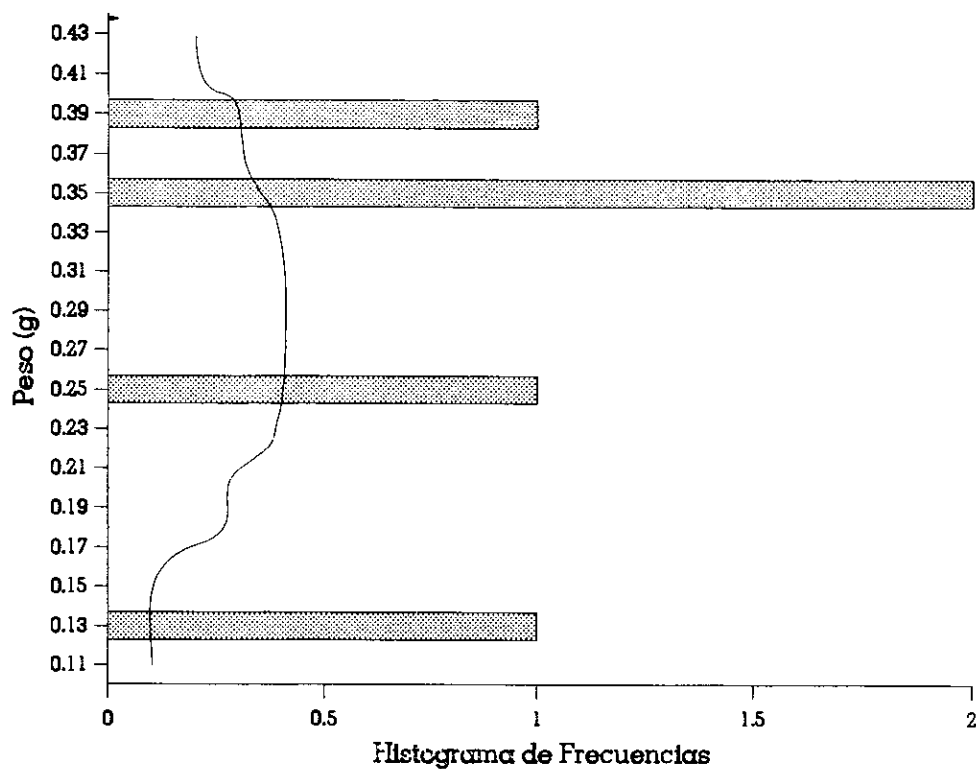
Media	0.254	Error Estandar	0.041	Mediana	0.241
Moda	0.099	Desviación Estandar	0.191	Varianza	0.037
Kurtosis	-1.029	S E Kurt	0.953	Skewness	0.480
S E Skew	0.491	Amplitud	0.580	Mínimo	0.018
Máximo	0.598	Suma	5.583		

Figura D.9. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en la Sección 2 del cerco en Rabinal, Baja Verapaz.



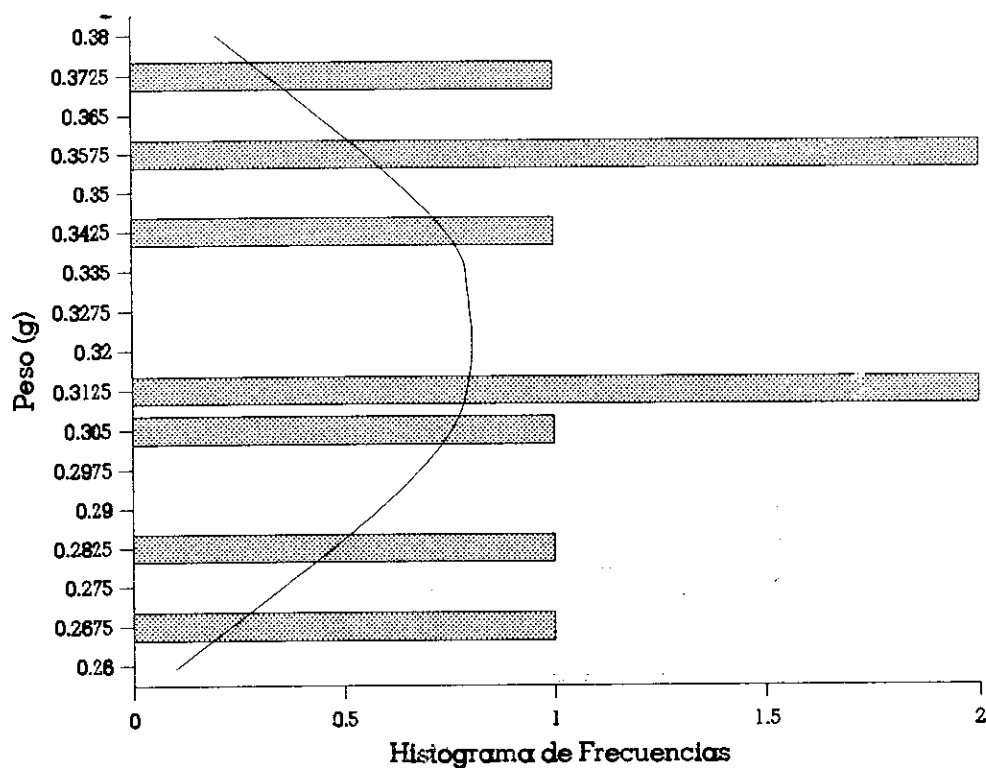
Media	0.333	Error Estandar	0.027	Mediana	0.305
Moda	0.198	Desviación Estandar	0.095	Varianza	0.009
Kurtosis	-0.617	S E Kurt	1.232	Skewness	0.378
S E Skew	0.637	Amplitud	0.313	Mínimo	0.188
Máximo	0.501	Suma	3.994		

Figura D.10. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en el Balde 1 en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala, afuera del invernadero.



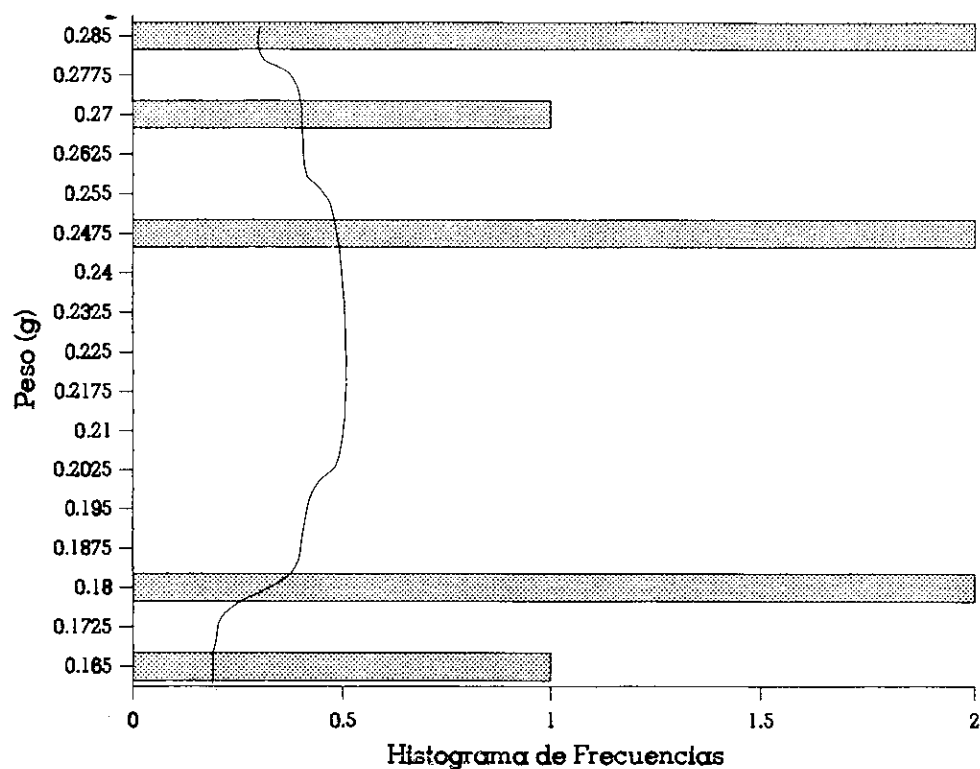
Media	0.297	Error Estandar	0.047	Mediana	0.345
Moda	0.133	Desviación Estandar	0.105	Varianza	0.011
Kurtosis	0.615	S E Kurt	2.000	Skewness	-1.128
S E Skew	0.913	Amplitud	0.266	Mínimo	0.133
Máximo	0.398	Suma	1.485		

Figura D.11. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en el Balde 2 en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala, afuera del invernadero.



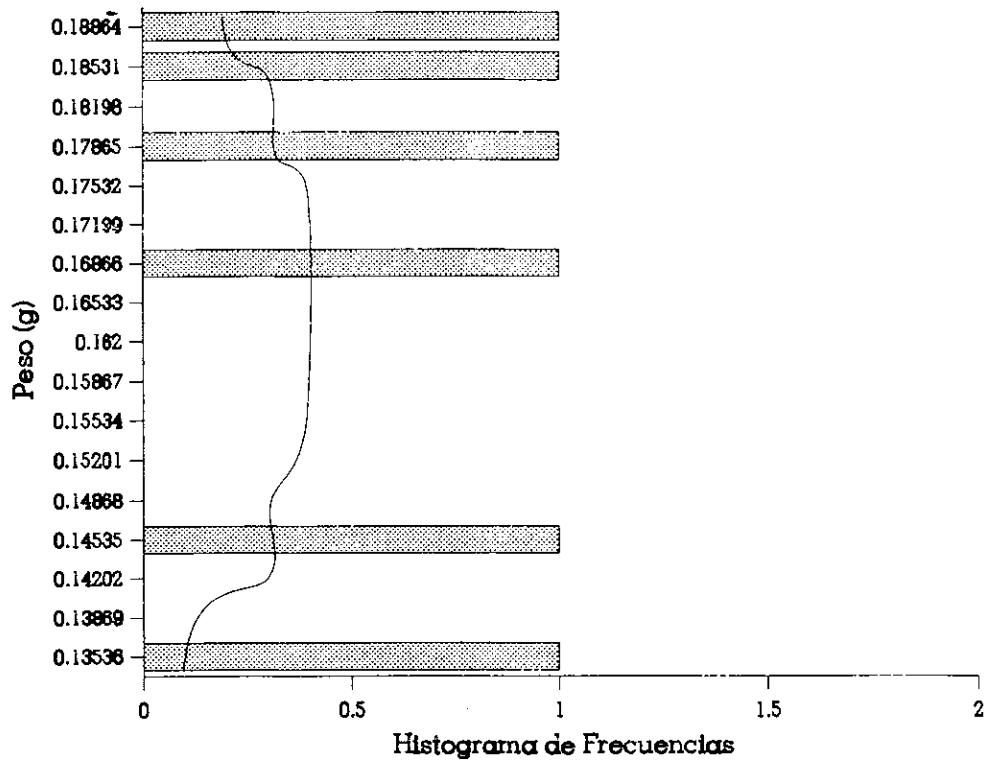
Media	0.323	Error Estandar	0.012	Mediana	0.313
Moda	0.270	Desviación Estandar	0.035	Varianza	0.001
Kurtosis	-1.294	S E Kurt	1.400	Skewness	-0.096
S E Skew	0.717	Amplitud	0.100	Mínimo	0.270
Máximo	0.370	Suma	2.905		

Figura D.12. Histograma de frecuencias de los pesos (g) del nij sobreviviente en el Balde 4 en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala, afuera del invernadero.



Media	0.232	Error Estandar	0.018	Mediana	0.247
Moda	0.164	Desviación Estandar	0.051	Varianza	0.003
Kurtosis	-2.002	S E Kurt	1.481	Skewness	-0.378
S E Skew	0.752	Amplitud	0.123	Mínimo	0.164
Máximo	0.287	Suma	1.855		

Figura D.13. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en el Balde 5 adentro del invernadero en el campus de la Uniiversidad del Valle de Guatemala.



Media	0.167	Error Estandar	0.009	Mediana	0.174
Moda	0.136	Desviación Estandar	0.022	Varianza	0.000
Kurtosis	-1.584	S E Kurt	1.741	Skewness	-0.690
S E Skew	0.845	Amplitud	0.052	Mínimo	0.136
Máximo	0.188	Suma	1.002		

Figura D.14. Histograma de frecuencias del peso (g) del nij sobreviviente en el Balde 7 adentro del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla D.4

Análisis de varianza de una vía con el factor ubicación de la planta hospedera con sus dos niveles: en balde y en cerco, para el parámetro peso (g) n_{ij} sobreviviente en Rabinal

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	0.1644	0.1644	6.7230	0.0117
Dentro de grupos	67	1.6380	0.0244		
TOTAL	68	1.8024			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Balde	24	0.3566	0.0886	0.0181	0.3192 α 0.3940	0.0830	0.5178
Cerco	45	0.2541	0.1820	0.0271	0.1995 α 0.3088	0.0133	0.6718
TOTAL	69	0.2898	0.1628	0.0196	0.2507 α 0.3289	0.0133	0.6718

Tabla D.5

Análisis de varianza de una vía con el factor ubicación del balde con sus dos niveles: adentro y afuera del invernadero, para el parámetro peso (g) del *nij* sobreviviente en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	0.1275	0.1275	25.1082	0.0000
Dentro de grupos	38	0.1930	0.0051		
TOTAL	39	0.3205			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Afuera	26	0.3225	0.0795	0.0156	0.2904 α 0.3546	0.1327	0.5013
Adentro	14	0.2041	0.0518	0.0139	0.1742 α 0.2340	0.1359	0.2867
TOTAL	40	0.2810	0.0906	0.0143	0.2520 α 0.3100	0.1327	0.5013

Tabla D.6

Análisis de varianza de una vía con el factor localidad en que se encuentra el nij con sus dos niveles: Rabinal y el campus de la Universidad del Valle de Guatemala, para el parámetro peso (g) del nij sobreviviente al final del estudio de 1993

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	0.0019	0.0019	0.0976	0.7554
Dentro de grupos	107	2.1228	0.0198		
TOTAL	108	2.1247			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Rabinal	69	0.2898	0.1628	0.0196	0.2507 α 0.3289	0.0133	0.6718
UVG	40	0.2810	0.0906	0.0143	0.2520 α 0.3100	0.1327	0.5013
TOTAL	109	0.2866	0.1403	0.0134	0.2599 α 0.3132	0.0133	0.6718

Tabla D.7

Análisis de varianza de una vía con el factor ubicación de la planta hospedera con sus dos niveles: en balde y en cerco, para el parámetro porcentaje de sobrevivencia final del nij

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	12.0000	12.0000	0.6906	0.4527
Dentro de grupos	4	69.5000	17.3750		
TOTAL	5	81.5000			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Balde	4	4.5000	4.6547	2.3274	-2.9066 α 11.9066	0.0000	11.0000
Cerco	2	7.5000	2.1213	1.5000	-11.5593 α 26.5593	6.0000	9.0000
TOTAL	6	5.5000	4.0373	1.6482	1.2632 α 9.7368	0.0000	11.0000

Tabla D.8

Análisis de varianza de una vía con el factor ubicación del balde con sus dos niveles: adentro y afuera del invernadero del campus de la Universidad del Valle, para el parámetro porcentaje de sobrevivencia final del nij

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	2.6786	2.6786	0.2639	0.6293
Dentro de grupos	5	50.7500	10.1500		
TOTAL	6	53.4286			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Afuera	4	4.2500	3.5000	1.7500	-1.3192 α 9.8192	0.0000	8.0000
Adentro	3	3.0000	2.6458	1.5275	-3.5725 α 9.5725	0.0000	5.0000
TOTAL	7	3.7143	2.9841	1.1279	0.9545 α 6.4741	0.0000	8.0000

Tabla D.9

Análisis de varianza de una vía con el factor localidad en que se encuentra el nij con sus dos niveles: Rabinal y el campus de la Universidad del Valle, para los datos transformados del porcentaje de sobrevivencia final del nij

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	0.5142	0.5142	0.6173	0.4487
Dentro de grupos	11	9.1632	0.8330		
TOTAL	12	9.6774			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Rabinal	6	2.2870	0.9610	0.3923	1.2786 α 3.2950	0.7071	3.3912
UVG	7	1.8881	0.8704	0.3290	1.0831 α 2.6930	0.7071	2.9155
TOTAL	13	2.0722	0.8980	0.2491	1.5295 α 2.6140	0.7071	3.3912

Tabla D.10

Análisis de varianza de una vía con el factor ubicación de la planta hospedera con sus dos niveles: en balde y en cerco, para el parámetro área bajo la curva de sobrevivencia del nij

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	115307600.30	1153070600.30	23.9282	0.0081
Dentro de grupos	4	19275604.88	4818901.219		
TOTAL	5	134583205.20			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Balde	4	3443.2500	1185.1566	592.5783	1557.4287 a 5329.0713	2598.0000	5199.0000
Cerco	2	12742.7500	3880.9556	2744.2500	-22126.2398 a 47611.7398	9998.5000	15487.0000
TOTAL	6	6543.0833	5188.1250	2118.0432	1098.5627 a 11987.6040	2598.0000	15487.0000

Tabla D.11

Análisis de varianza de una vía con el factor ubicación del balde con sus dos niveles: adentro y afuera del invernadero para el parámetro área bajo la curva de sobrevivencia del nij

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	417289.5268	417289.5268	0.4264	0.5426
Dentro de grupos	5	4893565.1880	978713.0375		
TOTAL	6	5310854.7140			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Afuera	4	3581.8750	584.8301	292.4150	2651.2933 α 4512.4567	3037.5000	4312.0000
Adentro	3	3088.5000	1390.5910	802.8581	-365.9575 α 6542.9575	1664.0000	4442.5000
TOTAL	7	3370.4286	940.8201	355.5966	2500.3198 α 4240.5374	1664.0000	4442.5000

Tabla D.12

Análisis de varianza de una vía con el factor localidad en que se encuentra el nij con sus dos niveles: Rabinal y el campus de la Universidad del Valle de Guatemala, para el parámetro área bajo la curva de sobrevivencia del nij

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	32520077.39	32520077.39	2.5571	0.1381
Dentro de grupos	11	139894059.90	12717641.81		
TOTAL	12	172414137.30			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Rabinal	6	6543.0833	5188.1250	2118.0432	1098.5627 a 11987.6040	2598.0000	15487.0000
UVG	7	3370.4286	940.8201	355.5966	2500.3198 a 4240.5374	1664.0000	4442.5000
TOTAL	13	4834.7308	3790.4940	1051.2939	2544.1583 a 7125.3032	1664.0000	15487.0000

Tabla D.13

Análisis de varianza de dos vías con sus factores ubicación de la planta hospedera (en balde y en cerco) y estadio en que se encontraba el nij (1er, 2ndo, 3er, 4to y 5to), para el parámetro porcentaje de mortandad (qx)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia de F
Efecto principal	430.611	3	143.537	0.231	0.873
Estadio	337.777	2	168.889	0.272	0.766
Ubicación	92.833	1	92.833	0.150	0.706
Interacción de dos vías	596.559	2	298.280	0.481	0.630
Explicado	1027.170	5	205.434	0.331	0.885
Residual	7445.020	12	620.418		
Total	8472.190	17	498.364		

Tabla D.14

Análisis de varianza de dos vías con sus factores ubicación del balde (adentro y afuera del invernadero) y estadio (1er, 2ndo, 3er, 4to y 5to) en que se encontraba el nij para el parámetro porcentaje de mortandad (α_x)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia de F
Efecto principal	13381.542	5	2676.308	9.243	0.000
Estadio	13266.409	4	3316.602	11.455	0.000
Ubicación	115.133	1	115.133	0.398	0.534
Interacción de dos vías	3119.743	4	779.936	2.694	0.054
Explicado	16501.285	9	1833.476	6.332	0.000
Residual	7238.518	25	289.541		
Total	23739.803	34	698.230		

Tabla D.15

Análisis de varianza de dos vías con sus factores localidad (Rabinal y campus de la Universidad del Valle) y estadio en que se encontraba el nij (1er, 2ndo, 3er, 4to y 5to) para el parámetro porcentaje de mortandad (qx)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia de F
Efecto principal	6781.612	5	1356.322	3.671	0.006
Estadio	6571.618	4	1642.904	4.446	0.004
Localidad	294.089	1	294.089	0.796	0.376
Interacción de dos vías	8789.438	4	2197.359	5.947	0.001
Explicado	15571.049	9	1730.117	4.682	0.000
Residual	34785.633	52	369.511		
Total	23739.803	61	570.256		

Tabla D.16

Prueba LSD para determinar entre qué estadíos existe una diferencia significativa en los datos transformados del porcentaje de mortandad (qx) para el nij observado en Rabinal y el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

		Grupo				
Media	Grupo	5	4	1	2	3
27.5454	5					
28.4269	4					
45.6418	1					
46.9658	2	*	*			
51.7685	3	*	*			

(*) Denota pares de grupos significativamente diferentes al nivel 0.050

Amplitudes para el nivel 0.050

2.83 2.83 2.83 2.83

El valor es comparado con la media (J) - media (I) es
 $15.7553 * \text{Amplitud} * \sqrt{(1/N(I) + 1/N(J))}$

Tabla D.17

Análisis de varianza de una vía con el factor localidad y sus dos niveles: Chiapa de Corzo, México y Baja Verapaz, Guatemala para el parámetro número de huevos ovipuestos por hembra de nij

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad de F
Entre grupos	1	849990.7385	849990.7385	11.8307	0.0012
Dentro de grupos	51	3664159.7140	71846.2689		
TOTAL	52	4514150.4530			

Grupo	Conteo	Media	Desviación estandar	Error estandar	Intervalo de confianza del 95% para la media	Mínimo	Máximo
Chiapa de Corzo	25	753.6000	270.1972	54.0394	642.0681 a 865.1319	2.0000	1184.0000
Baja Verapaz	28	1007.2857	266.1108	50.2902	904.0987 a 1110.4727	205.0000	1428.0000
TOTAL	53	887.6226	294.6364	40.4714	806.4108 a 968.8345	2.0000	1428.0000

APENDICE E

Tabulación de los datos en tablas de vida

Tabla E.1

Tabla de vida para la población de nij en el Balde I,
de Rabinal, Baja Verapaz

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Viento fuerte y pocas hojas en los piñones	56	37	37	
		No completaron muda	3	2	2	61
2do estadio	91	Posiblemente por aplicación de Volatón y falta de hojas en los piñones	70	47	77	14
3er estadio	21	Posiblemente por lluvias fuertes	4	3	19	
		Por desecamiento del nij	2	1	10	10
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	15	Posiblemente por lluvias fuertes	9	6	60	4
5to estadio	6	Posiblemente por lluvias	1	1	17	3

x^a es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.2

Tabla de vida para la población de nij en el Balde 2
de Rabinal, Baja Verapaz

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadío	150	Viento fuerte y pocas hojas en los piñones	37	25	25	
		No completaron muda	3	2	2	73
2ndo estadío	110	Posiblemente por aplicación de Volatón y falta de hojas en los piñones	64	43	58	31
3er estadío	46	Posiblemente por lluvias fuertes	10	7	22	24
4to estadío						
a) Machos	0					
b) Hembras	36	Posiblemente por lluvias fuertes	18	12	50	12
5to estadío	18	Posiblemente por lluvias	2	1	11	11

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.3

Tabla de vida para la población de nij en el Balde 4 de Rabinal, Baja Verapaz

x^a	lx^a	$dx^a F^a$	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Viento fuerte y pocas hojas en los piñones	46	31	31	
		No completaron muda	5	3	3	66
2do estadio	99	Posiblemente por aplicación de Volatón y falta de hojas en los piñones	88	59	89	
		No completaron muda	2	1	2	6
3er estadio	9	Por desecamiento del nij	1	1	11	5
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	8	Posiblemente por lluvias fuertes	6	4	75	1
5to estadio	18	Posiblemente por lluvias	2	1	100	0

x^a es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; lx^a es el número de individuos al inicio de x ; dx^a es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; $dx^a F^a$ es el factor responsable de dx^a ; $100qx^a$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx^a es el porcentaje de mortandad con respecto de lx^a ; Sx^a es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.4

Tabla de vida par la población de nij en el Balde 5
de Rabinal, Baja Verapaz

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Viento fuerte y pocas hojas en los piñones	52	35	35	65
2ndo estadio	98	Posiblemente por aplicación de Volatón y falta de hojas en los piñones	82	55	84	10
3er estadio	21	Posiblemente por lluvias fuertes	8	5	50	5
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	8		0	0	0	5
5to estadio	8	Posiblemente por lluvias	2	1	25	4

x^a es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x^a es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.5

Tabla de vida para la población de nij en la Sección 1
del cerco de Rabinal, Baja Verapaz

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
2do estadio	226	Posiblemente fueron depredados por <u>Rodolia cardinalis</u>	79	30	30	
		Por desecamiento del nij	46	17	17	53
3er estadio	141	Posiblemente por lluvias fuertes y por daño que causan las gallinas	64	24	45	
		Por desecamiento del nij	2	1	2	28
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	75	Por intervención humana y posiblemente por las fuertes lluvias	52	19	69	9
5to estadio	23		0	0	0	9

x^a es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.6

Tabla de vida para la población de nij en la Sección 2
del cerco de Rabinal, Baja Verapaz

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
3er estadío	354	Posiblemente por lluvias fuertes y por daño que causan las gallinas	133	37	37	
		Por desecamiento del nij	2	1	1	62
4to estadío						
a) Machos	0					
b) Hembras	219	Por intervención humana y posiblemente por las fuertes lluvias	147	42	67	20
5to estadío	72	Posiblemente por las lluvias	50	14	70	6

^ax es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x; dxF es el factor responsable de dx; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.7

Tabla de vida para la población de *nij* en el Balde 1 afuera del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	102	68	68	32
2ndo estadio	48	Posiblemente por las lluvias	7	5	15	27
3er estadio	41	Posiblemente por lluvias fuertes	26	17	63	10
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	15	Posiblemente por lluvias fuertes	1	1	7	9
5to estadio	14	Posiblemente por las lluvias	2	1	14	8

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.8

Tabla de vida para la población de nij en el Balde 2 afuera del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	95	63	63	37
2ndo estadio	55	Posiblemente por las lluvias	22	15	40	22
3er estadio	33	Posiblemente por lluvias fuertes	27	18	82	4
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	6		0	0	0	4
5to estadio	6	Posiblemente por las lluvias	1	1	17	3

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.9

Tabla de vida para la población de nij en el jocote del Balde 3 afuera del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

x^a	l_x^a	dx^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	96	64	64	36
2do estadio	54	Posiblemente por las lluvias	14	9	26	27
3er estadio	40	Posiblemente por lluvias fuertes y el jocote se quedó sin hojas	37	25	92	2
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	3	Posiblemente por lluvias fuertes	1	1	33	1
5to estadio	2	Posiblemente por las lluvias	2	1	100	0

^ax es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x; dx^a es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.10

Tabla de vida para la población de nij en el Balde 4 afuera del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	102	68	68	32
2do estadio	48	Posiblemente por las lluvias	8	5	17	27
3er estadio	40	Posiblemente por lluvias fuertes	29	20	72	7
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	11	Posiblemente por lluvias fuertes	2	1	18	6
5to estadio	9	Posiblemente por las lluvias	0	0	0	6

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.11

Tabla de vida para la población de *nij* en el Balde 5 adentro del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	63	42	42	
		Atrapado en tela de araña	1	1	1	57
2do estadio	86	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	26	17	30	
		<i>Nij</i> aplastado	1	1	1	39
3er estadio	59	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	49	33	83	6
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	10	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	2	1	20	5
5to estadio	8		0	0	0	5

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.12

Tabla de vida para la población de nij en el Balde 6 adentro del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadío	150	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	106	71	71	29
2ndo estadío	44	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	37	24	84	5
3er estadío	7	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	7	5	100	0
4to estadío						
a) Machos	0		0	0	0	0
b) Hembras	0		0	0	0	0
5to estadío	0		0	0	0	0

^a x es la etapa de crecimiento en que se tornó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

Tabla E.13

Tabla de vida para la población de nij en el Balde 7 adentro del invernadero en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala

x^a	l_x^a	dxF^a	dx^a	$100qx^a$	qx^a	Sx^a
1er estadio	150	Por desecamiento al faltarles alimento antes de colocarlos en los piñones	75	50	50	50
2do estadio	75	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	48	32	64	18
3er estadio	27	Posiblemente por retenerse calor adentro del invernadero	21	14	78	4
4to estadio						
a) Machos	0					
b) Hembras	6		0	0	0	4
5to estadio	6		0	0	0	4

^a x es la etapa de crecimiento en que se tomó la muestra; l_x es el número de individuos al inicio de x ; dx es el número de individuos muertos en el intervalo de x ; dxF es el factor responsable de dx ; $100qx$ es la razón de mortandad respecto de la población inicial; qx es el porcentaje de mortandad con respecto de l_x ; Sx es la razón de sobrevivencia dentro de la población inicial.

APENDICE F

Curvas de sobrevivencia

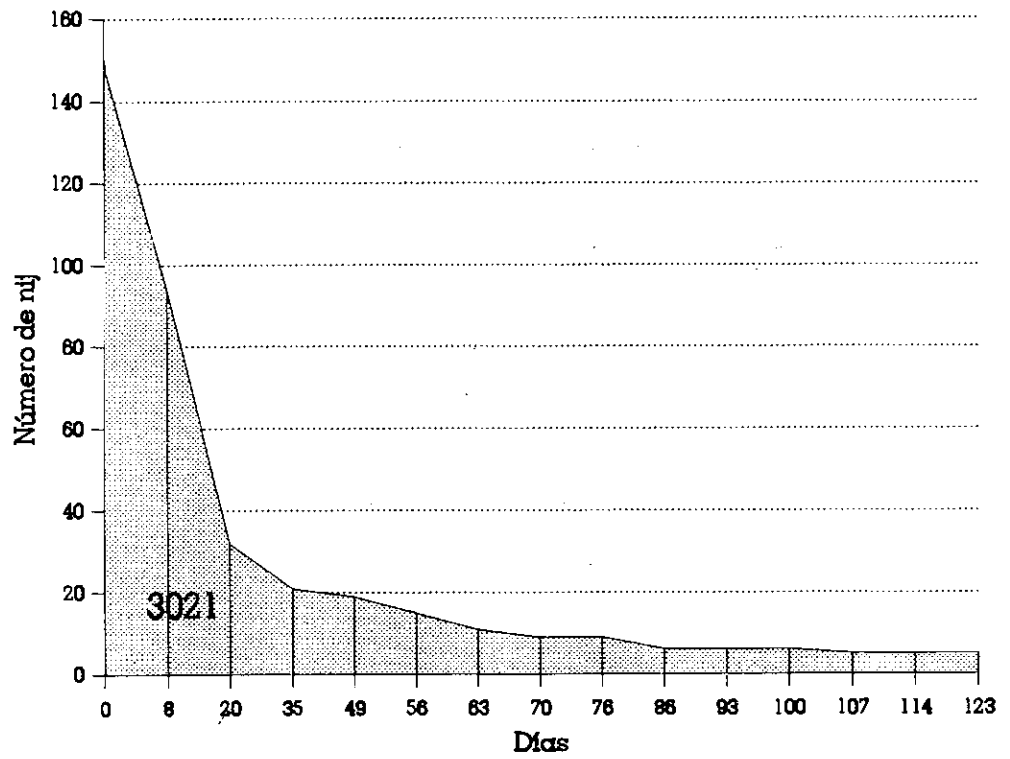


Figura F.1. Curva de sobrevivencia para la población de nifj en el Balde 1, Rabinal (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

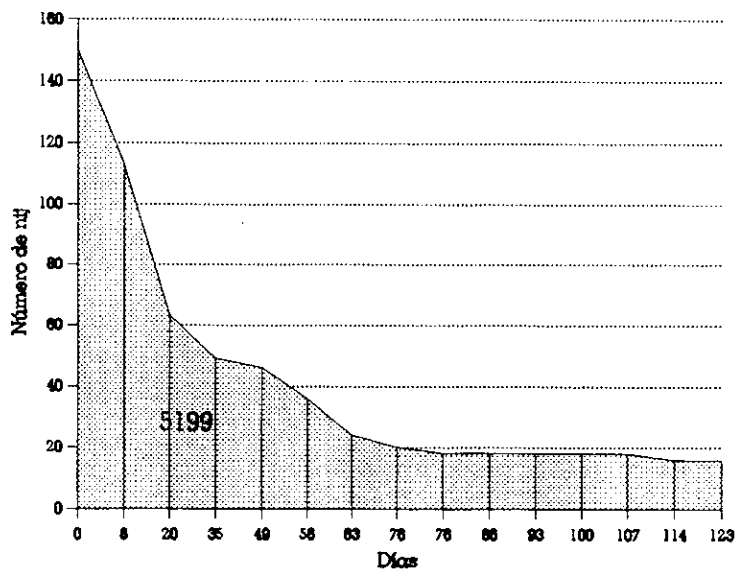


Figura F.2. Curva de sobrevivencia para la población de nij en el Balde 2, Rabinal (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

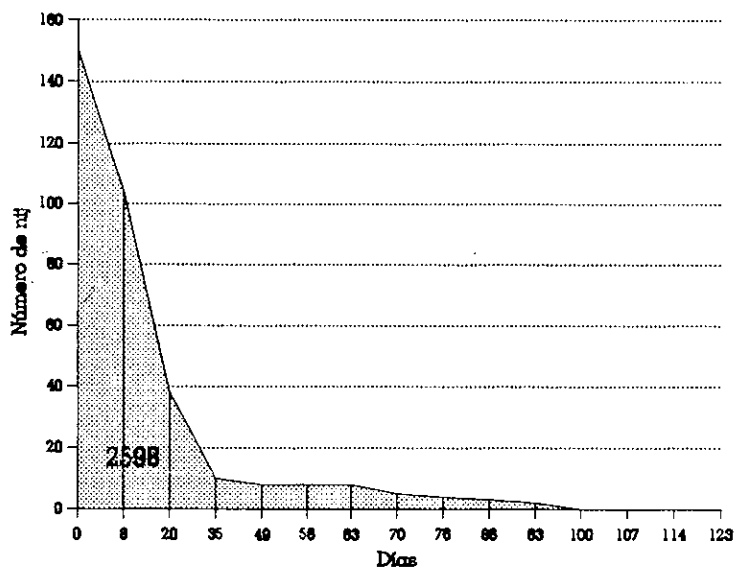


Figura F.3. Curva de sobrevivencia para la población de nij en el Balde 4, Rabinal (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

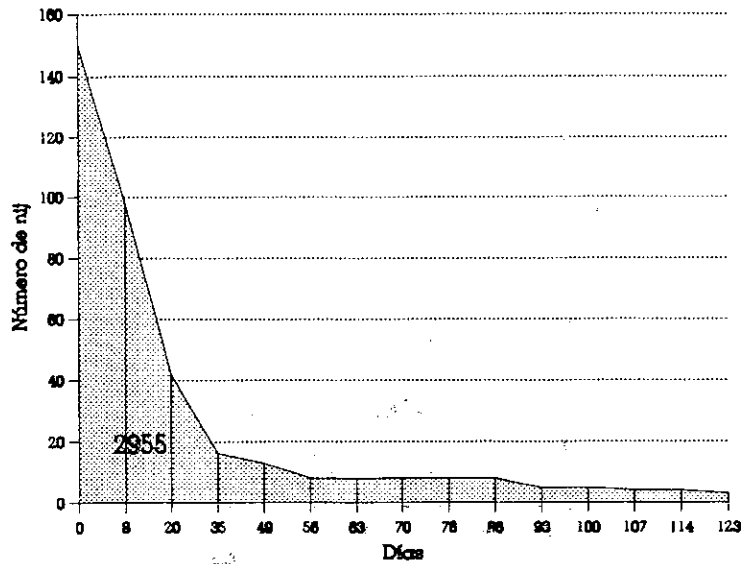


Figura F.4. Curva de sobrevivencia para la población de nij en el Balde 5, Rabinal (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

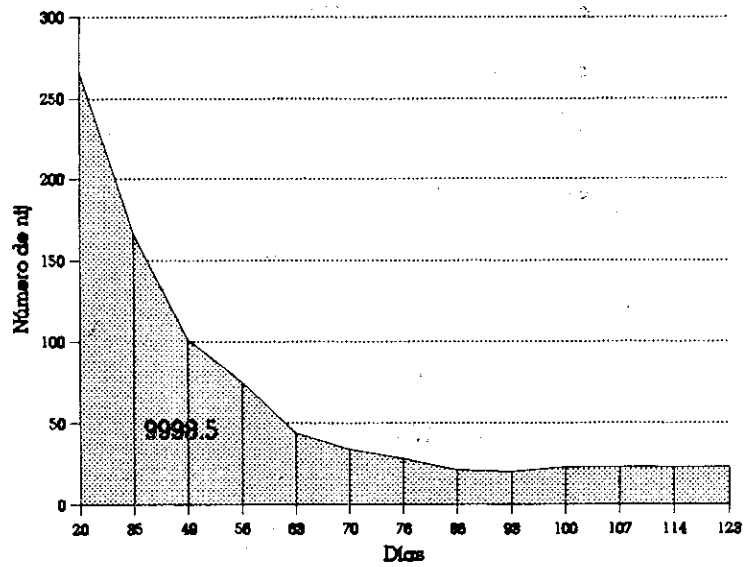


Figura F.5. Curva de sobrevivencia para la población de nij en la Sección I del cerco, Rabinal (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

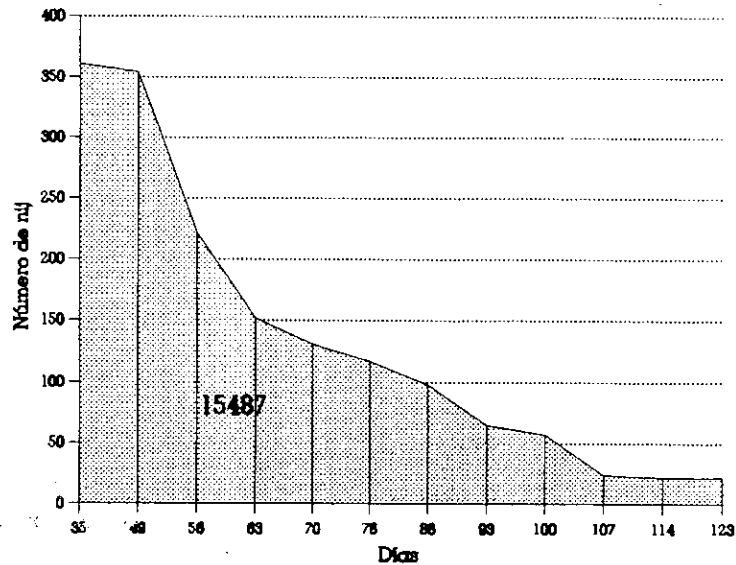


Figura F.6. Curva de supervivencia para la población de nij en la Sección 2 del cerco, Rabinal (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

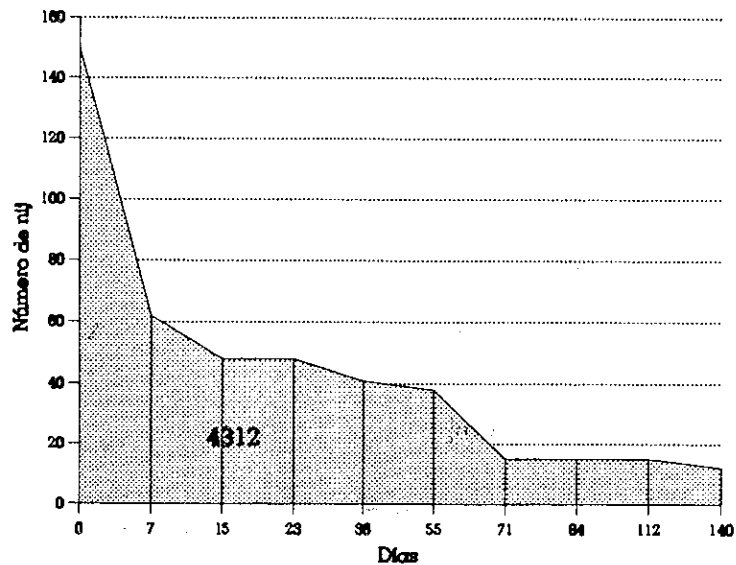


Figura F.7. Curva de supervivencia para la población de nij en el Balde 1, campus de la Universidad del Valle (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

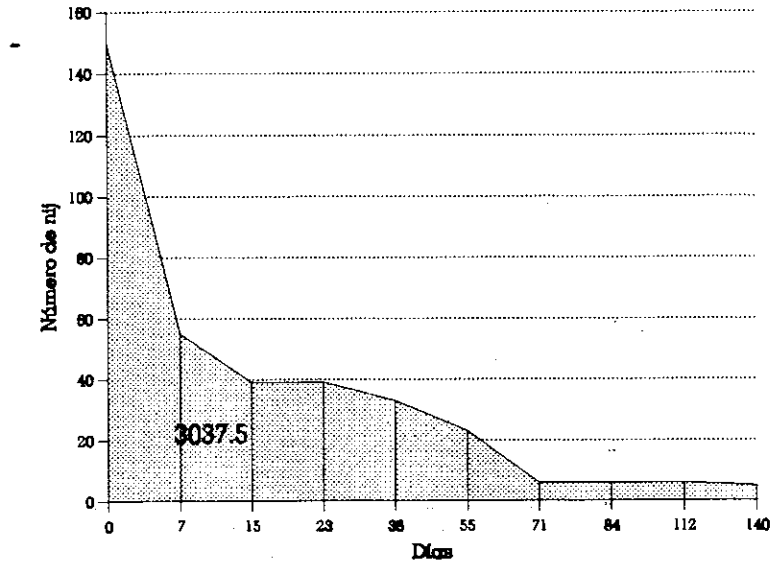


Figura F.8. Curva de sobrevivencia para la población de *nij* en el Balde 2, campus de la Universidad del Valle (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

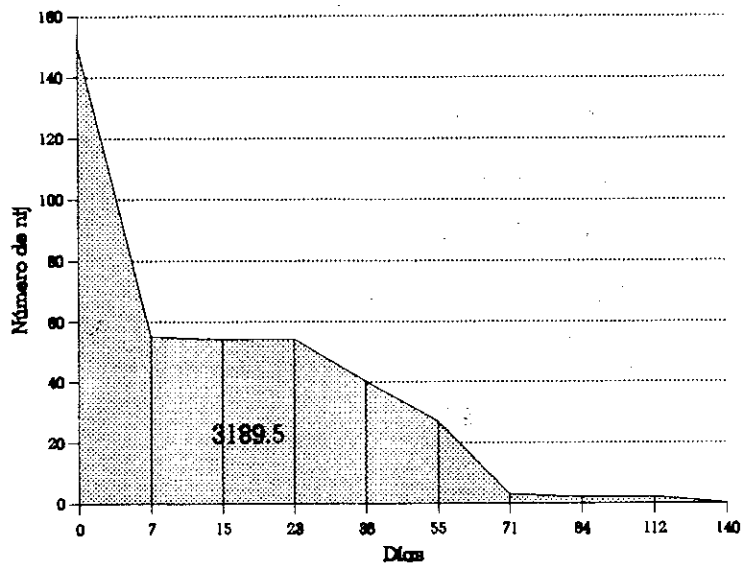


Figura F.9. Curva de sobrevivencia para la población de *nij* en el Balde 3, campus de la Universidad del Valle (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

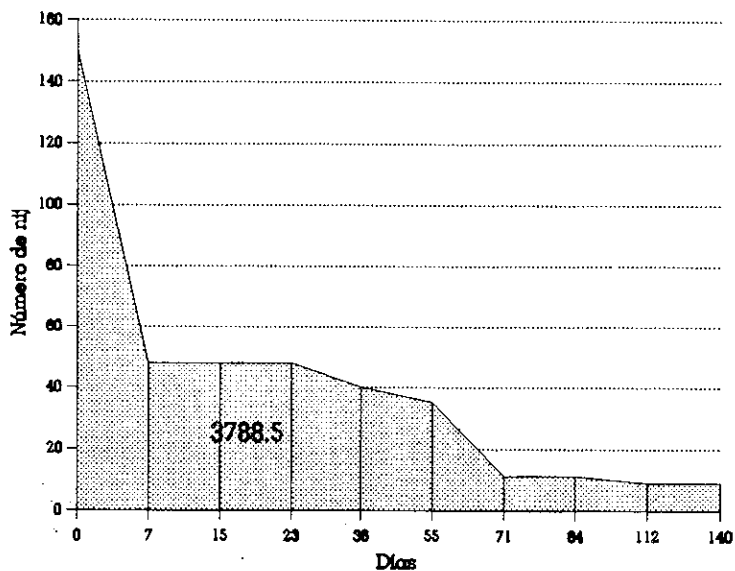


Figura F.10. Curva de supervivencia para la población de nij en el Balde 4, campus de la Universidad del Valle (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

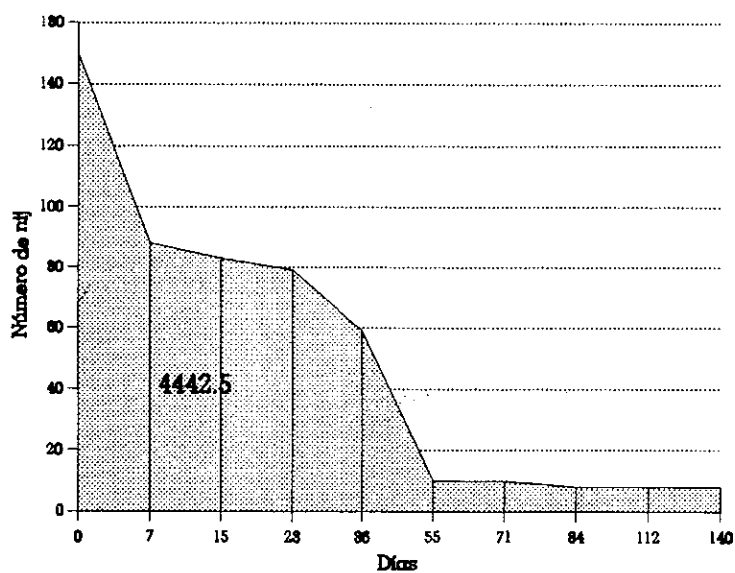


Figura F.11. Curva de supervivencia para la población de nij en el Balde 5, en el invernadero, campus de la Universidad del Valle (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

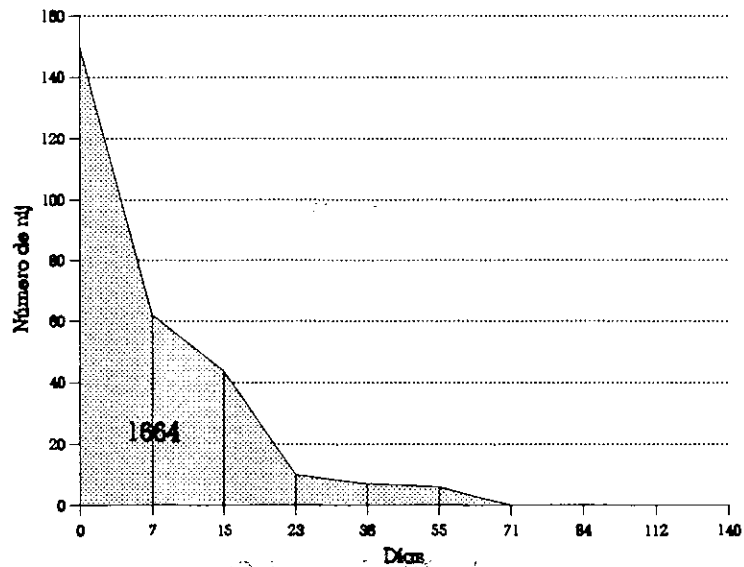


Figura F.12. Curva de sobrevivencia para la población de nij en el Balde 6, en el invernadero, campus de la Universidad del Valle (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

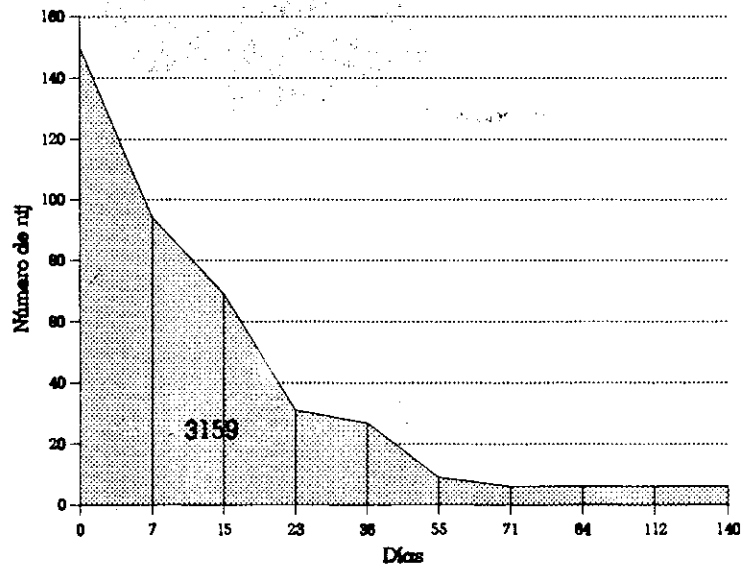


Figura F.13. Curva de sobrevivencia para la población de nij en el Balde 7, en el invernadero, campus de la Universidad del Valle (el número en el área sombreada indica el área bajo la curva).

APENDICE G

Porcentajes de mortandad

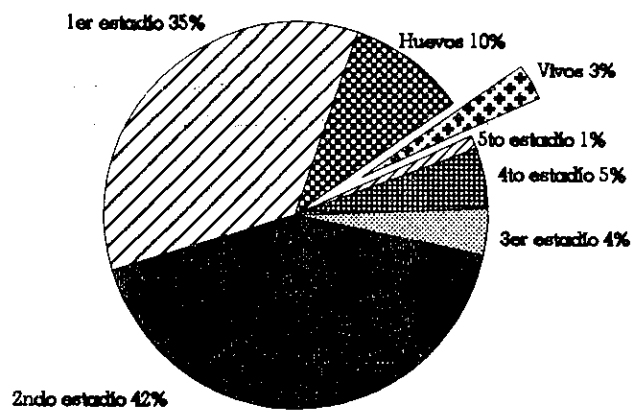


Figura G.1. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de *nij* en el Balde 1, Rabinal. El segmento "vivos" corresponde al *nij* que sobrevivió después de los 123 días de observación.

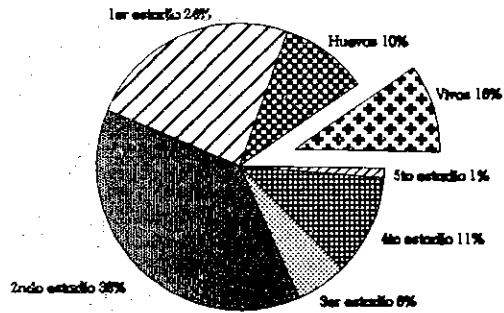


Figura G.2. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de nij en el Balde 2, Rabinal. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 123 días de observación.

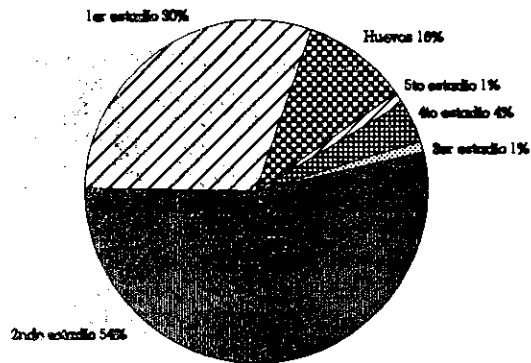


Figura G.3. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de nij en el Balde 4, Rabinal. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 123 días de observación.

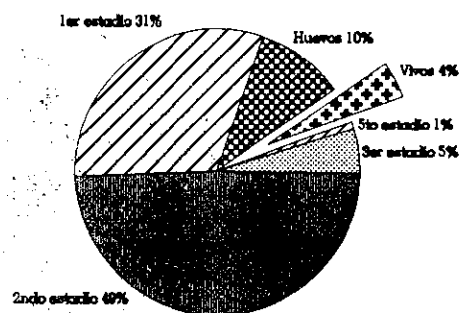


Figura G.4. Porcentaje de mortandad ($100q_x$) para la población de nij en el Balde 5, Rabinal. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 123 días de observación.

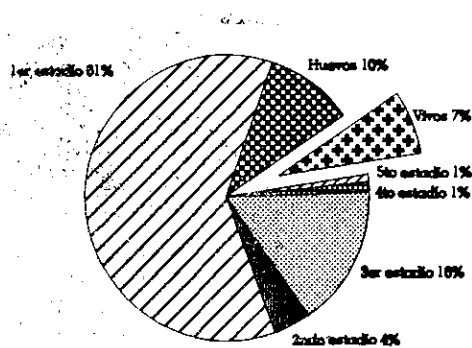


Figura G.5. Porcentaje de mortandad ($100q_x$) para la población de nij en el Balde 1, campus de la Universidad del Valle. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 140 días de observación.

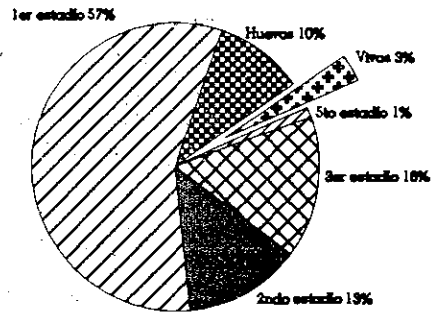


Figura G.6. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de nij en el Balde 2, campus de la Universidad del Valle. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 140 días de observación.

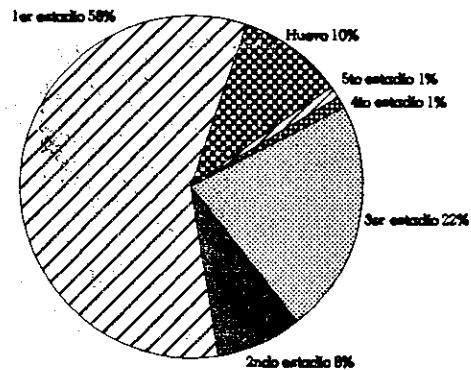


Figura G.7. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de nij en el Balde 3, campus de la Universidad del Valle. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 140 días de observación.

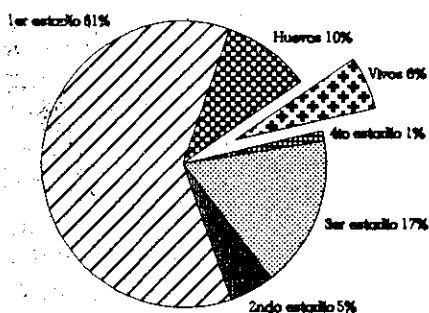


Figura G.8. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de nij en el Balde 4, campus de la Universidad del Valle. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 140 días de observación.

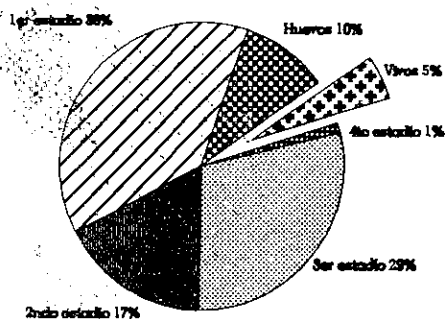


Figura G.9. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de nij en el Balde 5 en el invernadero, campus de la Universidad del Valle. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 140 días de observación.

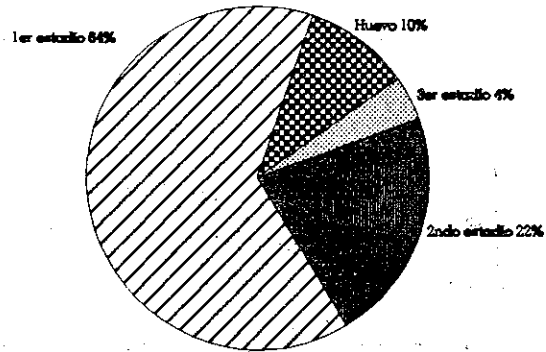


Figura G.10. Porcentaje de mortandad (100qx) para la población de nij en el Balde 6 en el invernadero campus de la Universidad del Valle. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 140 días de observación.

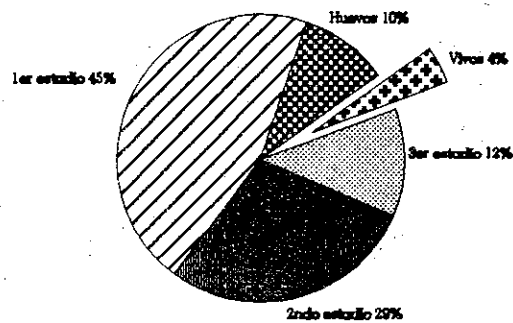


Figura G.11. Porcentaje de mortandad (100qx) para el nij en el Balde 7 en el invernadero, campus de la Universidad del Valle. El segmento "vivos" corresponde al nij que sobrevivió después de los 140 días de observación.

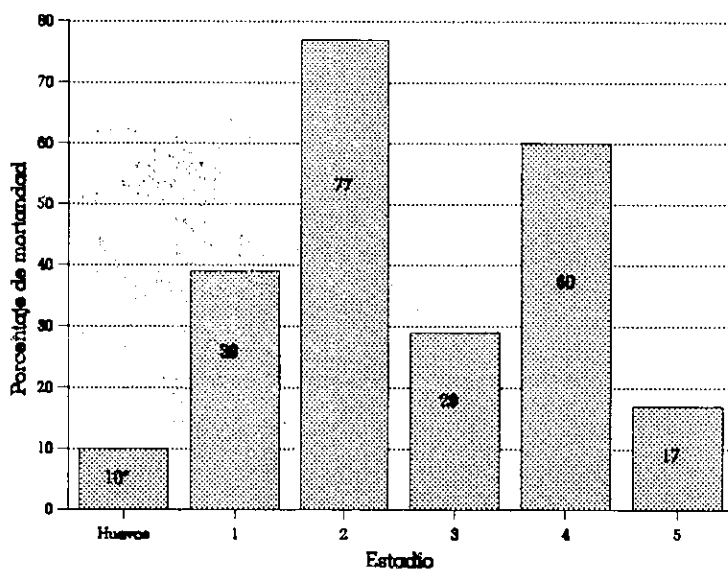


Figura G.12. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 1, Rabinal. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

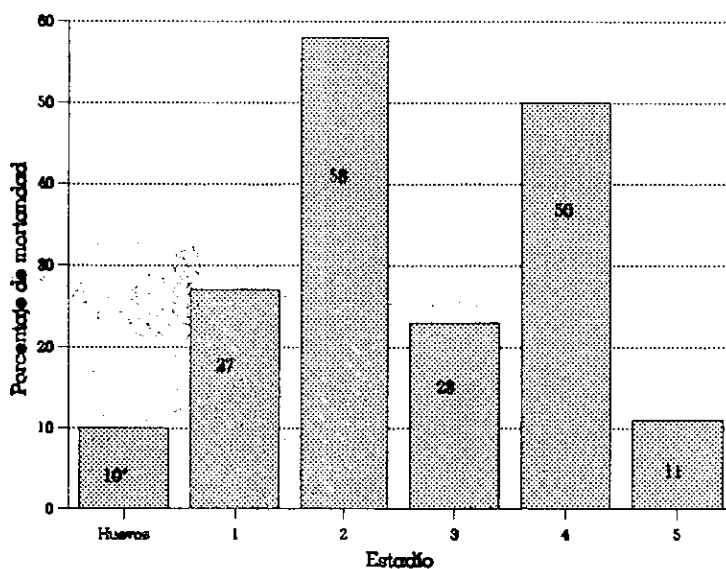


Figura G.13. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 2, Rabinal. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

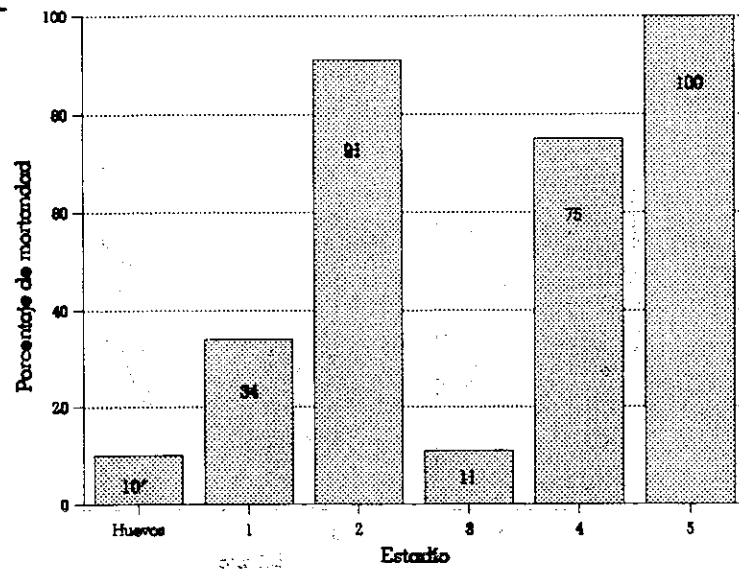


Figura G.14. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 4, Rabinal. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

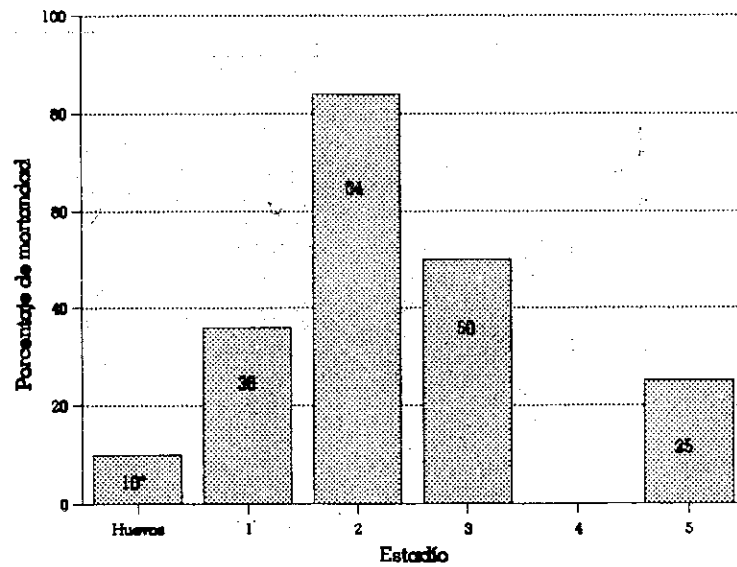


Figura G.15. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 5, Rabinal. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

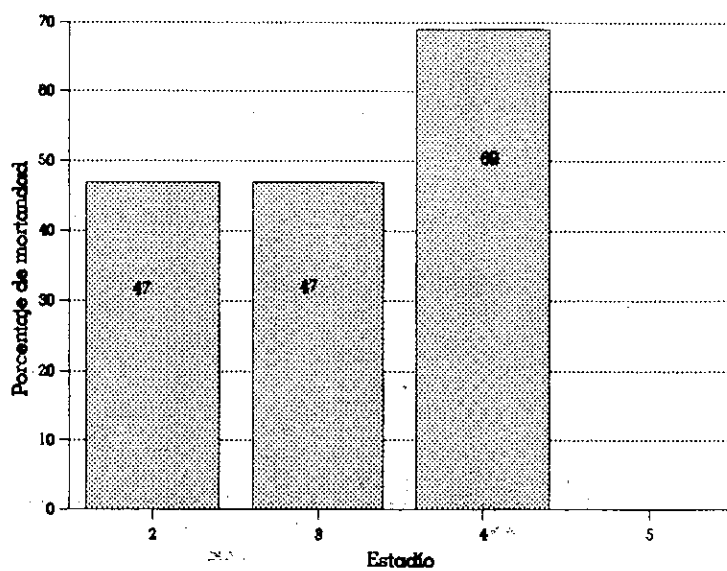


Figura G.16. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en la Sección 1 del cerco, Rabinal.

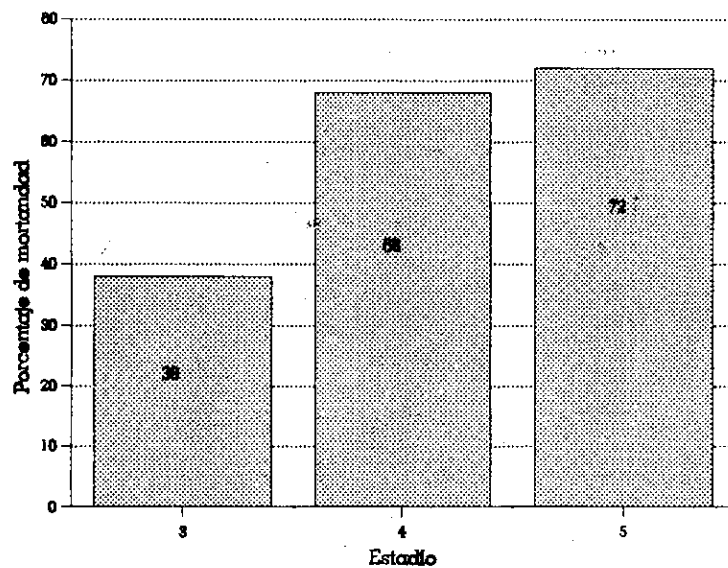


Figura G.17. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en la Sección 2 del cerco, Rabinal.

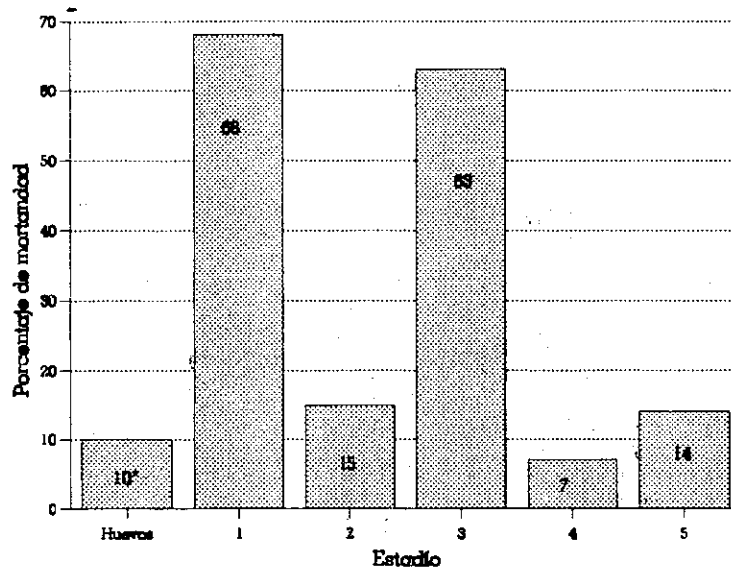


Figura G.18. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 1, campus de la Universidad del Valle. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

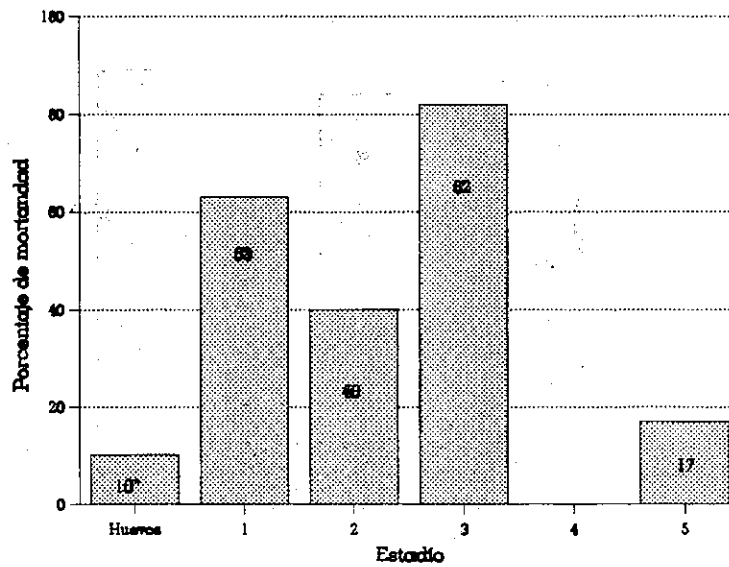


Figura G.19. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 2, campus de la Universidad del Valle. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

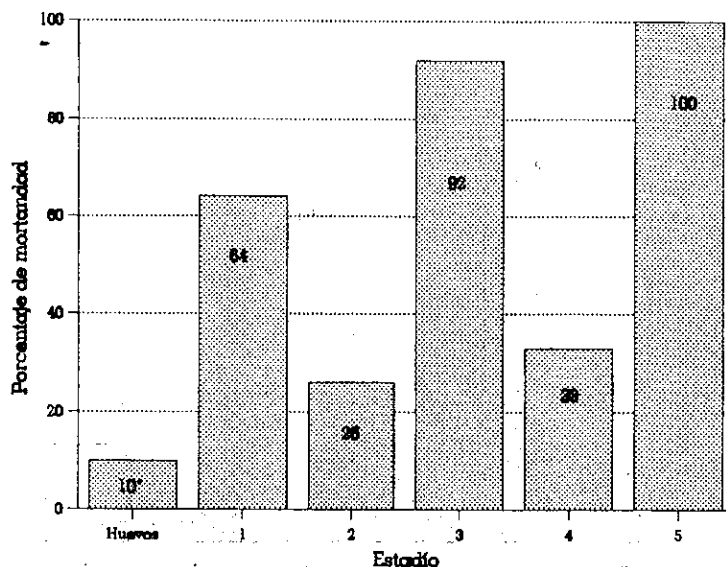


Figura G.20. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 3, campus de la Universidad del Valle. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

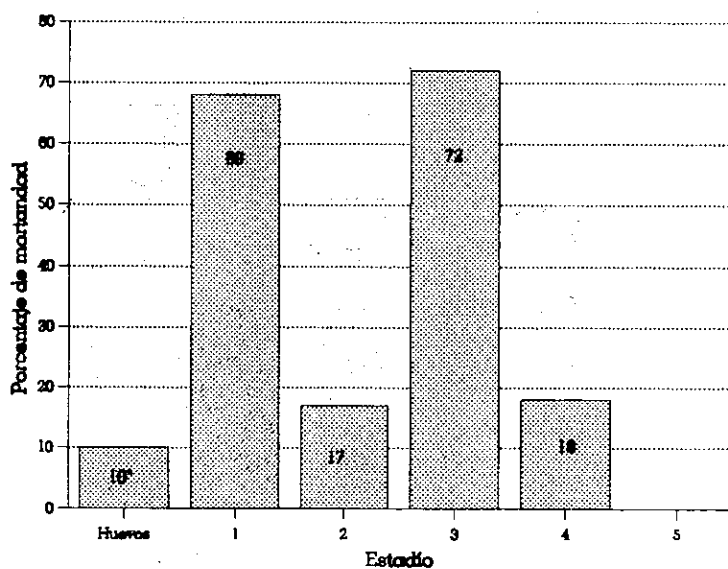


Figura G.21. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 4, campus de la Universidad del Valle. *El número de huevos no eclosionados fue determinado en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

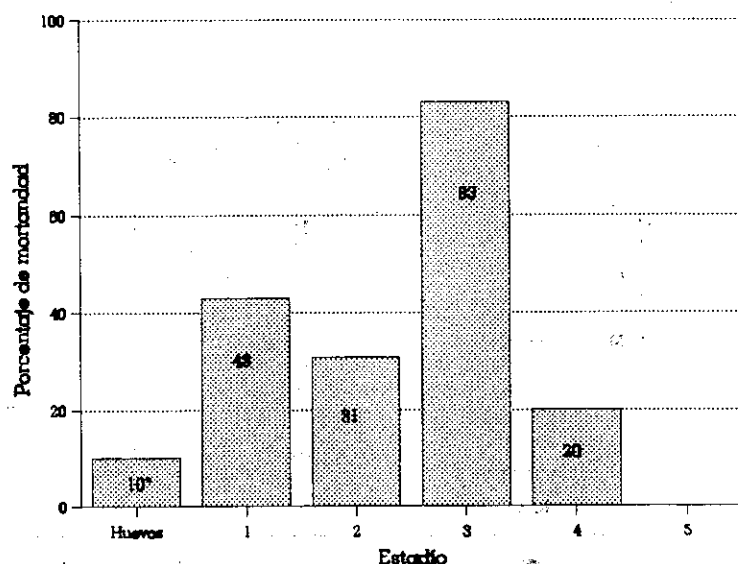


Figura G.22. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 5, en el invernadero, campus de la Universidad del Valle. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

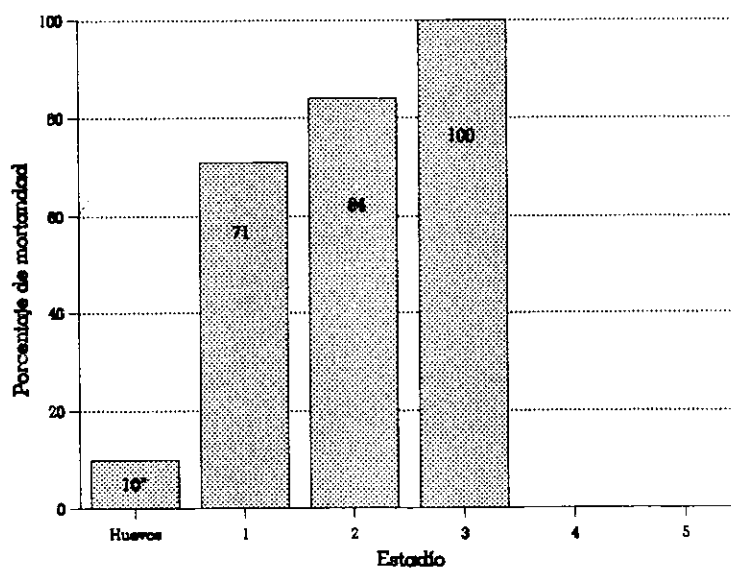


Figura G.23. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 6, en el invernadero, campus de la Universidad del Valle. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.

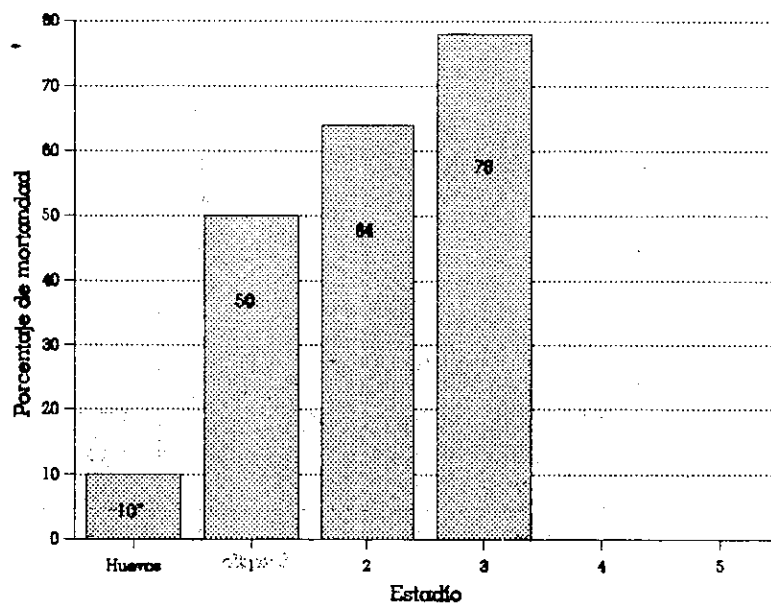


Figura G.24. Porcentaje de mortandad (q_x) para el nij en el Balde 7, en el invernadero, campus de la Universidad del Valle. *El número de huevos no eclosionados fue determinado por conteos en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle.