

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



"Tabla de Vida de *Dactylopius coccus* (cochinilla del carmín) en condiciones de laboratorio. Pampa de Arco 2,750 msnm, Ayacucho".

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

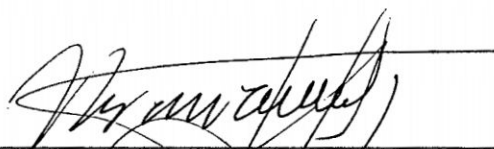
PRESENTADO POR:  
**JORGE LUIS HUACACHI CAMA**

AYACUCHO – PERÚ

2013

**“TABLA DE VIDA DE *Dactylopius coccus* (COCHINILLA DEL CARMÍN) EN  
CONDICIONES DE LABORATORIO. PAMPA DEL ARCO  
2,750 msnm. AYACUCHO”**

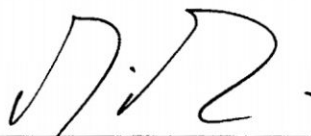
Recomendado : 17 de diciembre de 2012  
Aprobado : 27 de diciembre de 2012



**M.Sc. FERNANDO NICOLÁS BARRANTES DEL ÁGUILA**  
Presidente del Jurado



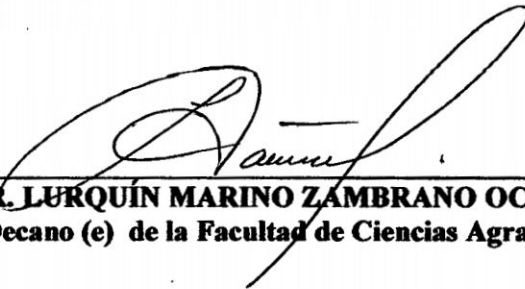
**M.Sc. ANTONIO JERI CHÁVEZ**  
Miembro del Jurado



**M.Sc. JULIO DANILO VILCA VIVAS**  
Miembro del Jurado



**ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA**  
Miembro del Jurado



**DR. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA**  
Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

## **DEDICATORIA**

A mis padres Jorge Huacachi Castillo y Clementina Cama Huamán; quienes han dedicado su vida a educar a sus hijos con dedicación y amor incansable.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, alma mater y forjadora de mi profesión.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y su plana docente de quienes me he nutrido como profesional, hombre y ciudadano.

Al Ing. Antonio Jerí Chávez, asesor del presente trabajo de tesis, por su valiosa orientación y amistad.

A las personas que de una u otra manera han colaborado para la ejecución y culminación de mi trabajo de tesis.

## INDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	7
<b>CAPÍTULO I. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	10
1.1 Influencia de los Factores Ambientales en los insectos.	10
1.2 Factores Abióticos en los Insectos	10
1.2.1 Influencia de la Temperatura en la cochinilla del carmín.	11
1.2.2 Influencia de la precipitación y viento	13
1.2.3 Influencia de la humedad relativa	15
1.2.4 Influencia de la luz.	17
1.2.5 Influencia de la granizada.	18
1.2.6 Influencia de las fases lunares	18
1.2.7 Influencia de la fertilización.	19
1.3 Factores Bióticos	19
1.3.1 Plagas de la cochinilla.	19
1.3.2 Sanidad del cladodio	20
1.4 Abundancia de Poblaciones.	21
1.4.1 Concepto de poblaciones.	21
1.4.2 Abundancia Poblacional.	22
1.5 Método de Evaluación	22
1.6 Factores que afectan el muestreo	23
1.7 Atributos de la población.	24
1.7.1 Densidad.	24
1.7.2 Índice de Natalidad.	26
1.7.3 Índice de Mortalidad.	27
1.8 Tabla de Vida o Sobrevivencia	30
1.8.1 Uso de la Tabla de Vida.	30
1.8.2 Tipos de Tabla de Vida	31
1.8.3 Elaboración de Tablas de Vida.	32
1.9 La curva de Sobrevivencia	40

1.10 Expectativa de Vida.	43
<b>CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>44</b>
2.1 Ubicación del experimento.	44
2.2 Instalación del experimento.	44
2.2.1 Colección de pencas.	44
2.2.2 Fuentes de inóculo.	44
2.2.3 Confección de bolsas de Infestación	45
2.2.4 Instalación.	45
2.3 Criterios de Evaluación.	46
2.4 Diseño Estadístico	47
2.5 Análisis Estadístico.	47
2.6 Condiciones Meteorológicas.	48
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	
<b>ANEXO.</b>	

## INTRODUCCION

El precio bonanza de la cochinilla entre los años 1995 al 2000 hizo que grandes inversionistas incursionasen en la producción tanto a nivel de Perú (costa) y en otros países como Ecuador, Bolivia, Chile, Sud Africa. Esta distorsión de mercado entusiasmó tanto; que Chile invirtió en la crianza de la cochinilla con altos costos por hectárea, con elevada tecnología y con elevado costo unitario que oscilaban entre 20 y 25 dólares por kilogramo de cochinilla seca; pese a ello era negocio ya que el precio de la cochinilla había llegado a 119 dólares por kilogramo seco. La producción fue alentada por un falso precio que no reflejaba los costos reales de producción. Incluso la promoción de tuna y cochinilla por parte de Instituciones estatales y privadas en Perú y Ayacucho se intensificó. Pero a medida que el precio fue bajando y alcanzando su precio real el entusiasmo desapareció y actualmente son pocos quienes siguen en el mercado. Se debe entender que ese es su precio real y tomando como línea base se debe trabajar de ahí para adelante. Para nuestro favor la naturaleza nos ha premiado con un medio geográfico en la cual la cochinilla prospera casi por si sola obteniéndose a un costo promedio de 6 dólares por kilogramo seco. Esta ventaja comparativa ha hecho que productores de otros departamentos del Perú y países

vecinos por costos de producción abandonen el mercado dejándonos casi solos; es el momento oportuno para pocisionarnos, desarrollar investigación y apropiarnos completamente del mercado.

Tomando como base la realidad actual de costo de producción, productividad, rendimiento, tecnología, canal de comercialización, margen de utilidad para el productor, intermediarios, fabricantes de carmín; se debe plantear un plan a largo plazo siempre con enfoque de mercado y con pilares de sostenibilidad como son la investigación y desarrollo de tecnología. Además debe generar valor en cada eslabón (suministro, producción, transformación, comercialización) de la cadena agrocomercial por ejemplo en el eslabón producción ya se avanzó significativamente pero aún falta mucho por investigar debemos plantearnos metas como: incrementar rendimiento bajo nuestras condiciones, utilizar variedades mejor hospederas de la cochinilla, incrementar él % de ácido carmínico, incursionar en la biotecnología, dominar el mercado etc.

El presente trabajo de tesis es parte de una línea de investigación del área de *entomología* que tiene como meta conocer la ecología de la cochinilla del carmín. En esta oportunidad se pretende contribuir a esta meta estudiando la Tabla de Vida de este insecto bajo condiciones de laboratorio, con el objetivo de adquirir conocimientos referidos a su mortalidad específica por edades, por estado y estadio de desarrollo. Todo ello cuando no actúan factores letales como son: lluvia, viento e insolación.

Por otro lado será un complemento a las investigaciones realizadas sobre la dinámica poblacional teniendo en cuenta que se establecerán ciertos parámetros poblacionales. Estos en un futuro comparados con la tabla de vida bruta encontradas en condiciones de campo nos ayudará a entender la influencia de ciertos factores de

mortalidad, contribuirá a plantear y evaluar programas de mejoramiento de la especie *Dactylopius coccus* Costa.

El presente trabajo se instaló en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias localizadas en la Pampa del Arco a 2750 m.s.n.m. con los siguientes objetivos:

- 1 Establecer bajo condiciones de laboratorio la Tabla de Vida específica de la cochinilla del carmín.
- 2 Estudiar la influencia de la sección del cladodio en el establecimiento de la cochinilla.

## **CAPITULO I**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1 INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LOS INSECTOS**

**ROSS (1973)**, menciona que los factores medio ambientales más importantes respecto a la distribución y abundancia de los insectos son el clima, las condiciones físicas y químicas del medio ambiente, alimentos, enemigos y competencia.

**CISNEROS (1980)**, manifiesta que los factores ecológicos que intervienen en la distribución de las plagas (insectos) son: las condiciones dinámicas con sus variaciones estacionales de temperatura, humedad, precipitación, viento, insolación y fotoperiodismo. Dentro de los factores vivos considerados, la primera interacción de la plaga se establece con la planta hospedera, luego con los enemigos naturales y en menor grado con la presencia de otras plagas.

**BEINGOLEA (1962)**, menciona que diferentes teorías explican la regulación de las poblaciones. La forma de acción y el rol de los diferentes factores limitantes de la población son el clima, tiempo, cantidad de alimentos, refugio, parásita, predadora y enfermedades por microorganismos.

## 1.2 FACTORES ABIÓTICOS EN INSECTOS

**ANDIA (1991)**, Los factores abióticos (lluvia, viento) son más influyentes en la multiplicación de la cochinilla del carmín, quienes reducen notablemente la población. Además afirma que estos factores tienen el siguiente orden de letalidad: Primero está la lluvia, luego los fuertes vientos y en tercer lugar temperaturas frías.

**WILLE (1960)**, el clima es el factor más importante que influye sobre los seres vivos y está compuesta por agentes meteorológicos como temperatura, humedad, presión atmosférica. El clima varía según las estaciones del año, la orografía, altura y situación geográfica.

**CISNEROS (1980)**, Muchas especies de plagas están adaptadas a condiciones ambientales físicas bien definidas en ausencia de las cuales no se presentan o son muy raras.

**DE BACH (1969) Y ANDREWARTHA (1970)**, mencionan que la distribución y abundancia de muchos organismos pueden ser limitadas, principalmente por las condiciones climáticas diferentes a los organismos naturales.

**BONNEMAISON (1964)**, manifiesta que los factores climáticos destruyen un número enorme de insectos, pero que obran de un modo irregular que no es de ningún modo proporcional a la importancia numérica de la población. Entre los factores abióticos mencionados son: temperatura, humedad, precipitación, luz, viento, etc.

### 1.2.1 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA COCHINILLA DEL CARMÍN

**ANDIA (1991)**, manifiesta que, las infestaciones de cochinilla efectuadas en el mes de Julio, Septiembre e inicios de Octubre son las que permitieron al final obtener

mayor cantidad de oviplenas 7 a 10 cochinillas promedio por cladodio; en razón a que las cochinillas prosperan en condiciones de relativas sequedad con presencia de escasas precipitaciones y a temperaturas en constante ascenso.

Por otro lado las temperaturas mínimas más bajas en las estaciones de invierno 6.9°C en promedio, no influyen significativamente en forma negativa en la proliferación de la cochinilla.

**VARGAS (1988)**, la temperatura ambiente influye fuertemente en la velocidad de desarrollo del insecto, aumentando esta velocidad de desarrollo de la cochinilla, disminuyendo el ciclo a medida que se incrementa la temperatura del ambiente.

**LEON (1981)**, La temperatura ambiente influye fuertemente la velocidad de desarrollo del insecto, aumentando esta velocidad o en otras palabras disminuyendo la longitud del ciclo de vida, a medida que aumenta la temperatura. Esta relación se hace evidente durante todas y cada una de las etapas de desarrollo del insecto.

**RABINOVICH (1978), BURSELL (1974) Y BEINGOLEA (1962)** afirman que la influencia de la temperatura se da en el metabolismo del insecto, donde las reacciones químicas se aceleran a medida que sube la temperatura. La temperatura tiene una relación directa con el número total de huevos que pone una hembra, con la tasa de desarrollo y con la longevidad del insecto. Los experimentos definen la existencia de una temperatura por debajo del cual el desarrollo del insecto es imposible y un límite superior por encima del cual el insecto perece.

**FLORES (1995)**, Indica que la temperatura ejerce su acción de manera inversa con el desarrollo del insecto, debido a que a una mayor temperatura se acorta el ciclo biológico y en épocas del año con temperaturas bajas se alargan el desarrollo del insecto, por lo que puede ocurrir hasta tres generaciones al año. En los meses más

fríos las temperaturas bajas constituyen factor letal ocasionando muerte de las ninfas I, haciendo mermar la cosecha de la cochinilla.

**KREBS (1985)**, menciona que la temperatura es uno de los factores principales que limitan la distribución de animales y plantas, y suele actuar en cualquier etapa del ciclo vital y afectar las funciones de supervivencia, reproducción y desarrollo, igualmente actúa indirectamente al limitar la capacidad y desarrollo, y competencia a las enfermedades, la predación o el parasitismo. Las especies suelen adaptarse fisiológicamente y genéticamente a la temperatura, de ahí la importancia de los ecotipos o variedades genéticas de una misma especie, por ello los organismos han desarrollado un conjunto de adaptaciones evolutivas para superar las limitaciones impuestas por las temperaturas altas y bajas.

**HUACACHI (2000)**, reportó que las temperaturas bajas de 3 °C asociada ha la helada en la zona de Tambobamba ocasionó un 60% de mortalidad en ninfas I. A pesar de la merma se logró cosechar al final de campaña 112 kg/ha/año de cochinilla seca.

### 1.2.2 INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN Y VIENTO

**LEON (1981)**, la precipitación pluvial y los fuertes vientos actúan como importantes factores de mortalidad de la cochinilla, produciendo su arrastre. En nuestro medio altas mortalidades asociadas con los vientos se producen en los meses de agosto, septiembre y octubre, y altas mortalidades asociadas con la precipitación pluvial se dan en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo.

**ANDIA (1991)** informa que, la precipitación es un factor importante para las infestaciones artificiales de la cochinilla. A mayor cantidad de lluvias habrá menor

cantidad de ninfas-I. Las precipitaciones son menos letales cuando los insectos han desarrollado hasta el estadio de ninfas-II a estadios adultos, debido a que son muchos más estables que las ninfas-I, frente al impacto directo de las gotas de lluvia. Además afirma que las estaciones del año donde se obtuvieron mayor cantidad de cochinillas oviplenas en promedio por cladodio son la estación de primavera e invierno seguido del otoño y finalmente verano. Por consiguiente las lluvias de los factores abióticos estudiados son las más letales, en segundo lugar los fuertes vientos y en tercer lugar las temperaturas mínimas.

**VARGAS (1988)**, la precipitación pluvial y los fuertes vientos actúan como factores importantes de mortalidad del insecto, produciendo su arrastre y por consiguiente la muerte.

**FLORES (1985)**, detectó que las infestaciones realizadas a partir de la segunda quincena de noviembre por la alta mortalidad hallada, un porcentaje de ninfas iniciales llegan a convertirse en oviplenas, incluso acortan su ciclo biológico como en la segunda quincena de enero a marzo. Pero dadas las fuertes precipitaciones de estas épocas, el número de cochinillas adultas finales son bajas que no permitiría una buena cosecha; recomendando no cosechar en estas épocas del año.

**MARÍN (1985)**, detectó que los vientos y las lluvias tienen efectos desfavorables en el desarrollo de las colonias de cochinilla.

**FLORES (1995)**, menciona que este elemento del clima en la crianza de la cochinilla es más letal, por causar la muerte o desaparición de poblaciones por desprendimiento, especialmente de las ninfas I, que alcanzan hasta 100% en las

épocas de mayor precipitación y que son manifiestos desde octubre a marzo, siendo las más acentuadas el mes de febrero.

**FLORES, ALVIAR Y VILCA (1986)**, determinaron que las cochinillas para hacer frente a condiciones climáticas adversas de temperatura, luz, vientos y precipitación buscan refugio en las caras de los cladodios orientados al Sur Oeste y Sur Este, en ellos ocurre menos porcentajes de mortalidad.

**FLORES (1995)**, sostiene que los estudios de los datos meteorológicos por mas de 10 años, señalan que los vientos tienen una dirección más frecuente del Nor-Este, estudio también la influencia de la disposición de los cladodios en las 08 direcciones de los puntos cardinales en la ubicación que toman las cochinillas. Habiéndose determinado que se hace necesario realizar infestaciones artificiales en las caras de los cladodios que están orientados al Este, Sur-Este, Sur y Sur-Oeste, si deseamos que haya menor asociación viento- precipitación.

### 1.2.3 INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA

**VARGAS (1988)**, la humedad relativa afecta inversamente a la duración del ciclo de desarrollo del insecto, correspondiendo un alargamiento del ciclo a media que se incrementa la humedad relativa.

**BURSELL (1964)**, indica que la tasa de oviposición aumenta progresivamente alcanzando un máximo en la atmósfera casi saturada. A diferencia de la cochinilla, en la langosta y mosca de la fruta existe una relación directa de humedad con velocidad del desarrollo.

**KREBS (1985)**, menciona que es un factor primordial que limita la distribución de plantas y animales, la disponibilidad del agua es la clave de los efectos de la

humedad en las plantas; las plantas y los animales que viven en los hábitats secos presentan adaptaciones muy eficaces para disminuir el estrés por escasez de humedad. Los animales pueden vivir en tales ambientes porque conservan el agua y evitan las condiciones extremas mediante selección de su hábitat.

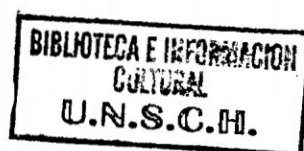
**LEON (1981)**, la humedad relativa afecta la duración del ciclo de desarrollo de la cochinilla, alargándose el ciclo cuando aumenta la humedad relativa. Este efecto se origina en el caso de las hembras por el alargamiento del periodo de preoviposición; y en caso de los machos por el alargamiento de los periodos Ninfa -II, cocón y protopupa-pupa.

**QUISPE (1981)**, concluye que la humedad relativa influye en el ciclo biológico de la cochinilla, alargándolo en su crecimiento y desarrollo; este prolongamiento ocurre en los estadios de Ninfa-I, Ninfa-II, cocón, protopupa y pupa.

**RABINOVICH (1978)**, indica que en la mayoría de los insectos existe una relación directa del potencial reproductor con la humedad relativa, a mayor humedad relativa mayor potencial reproductor hasta un óptimo que por lo general es medio o relativamente alta.

**FLORES (1995)**, menciona que la humedad relativa influye directamente alargando el ciclo biológico en aquellos lugares con alta humedad y en lugares secos o con baja humedad relativa el ciclo biológico se acorta, de tal manera que pueda lograrse hasta cuatro generaciones de la cochinilla al año.

#### 1.2.4 INFLUENCIA DE LA LUZ



**MARGALEF (1977), RABINOVICH (1978)**, afirman que la incidencia de la luz es un factor que regula las actividades alimenticias, reproductivas, sincronizándolas a la disponibilidad de recursos de su medio. La luz acelera los movimientos (locomoción) de los insectos.

**KREBS (1985)**, indica que la luz es un estímulo conductual para los animales y permite la sincronía de las temporadas de apareamiento y otros fenómenos decisivos en los ciclos vitales de plantas y animales.

**JERI (1989)**, menciona que **VARGAS (1989)**, halló que la postura de huevos en la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus Costa*); es más abundante en el día y menor en la noche, acelerando la oviposición entre las 9:00 a.m. a 12:00 m. Periodo cercano a la máxima temperatura e iluminación del día que es aproximadamente alrededor de la 1:00 p.m.

Además discute que la luz amarilla filtrado a partir de la luz solar mediante un protector amarillo permitió la producción de 238 Ninfas-I de cochinilla en promedio por cladodio; el protector verde produjo 184; el protector negro 128 Ninfas-I; el protector rojo 68 Ninfas, seguido del transparente, obteniéndose 55 Ninfas-I y finalmente el testigo con 49 Ninfas-I.

Los protectores verde y rojo permitieran una menor producción de Ninfas-I debido a la mayor temperatura que generaran dentro del protector. En ambos colores deberían de haber igual número de Ninfas debido a que generaron similar temperatura; sin embargo es posible que haya influido una vez más el factor luz, pues el color verde estimula a la cochinilla mas que el rojo, debido a que después del amarillo la luz monocromática que mejor iluminación produce es el verde. Aun que

esta última razón no necesariamente sea válida para los insectos pudiendo ser una explicación de tipo antropomórfica.

**FLORES (1995)**, En los cladodios de tuna manejados a campo abierto se observa más cochinillas en lugares sombreados debido a que las ninfas I son lucífugas.

#### **1.2.5 INFLUENCIA DE LA GRANIZADA**

**FLORES (1995)**, menciona que este factor del ambiente poco estudiado, en relación al efecto que ejerce sobre el desarrollo y ecología de la cochinilla, lo que se ha visto básicamente en el campo, su efecto es sobre los cladodios una vez ocurrido el fenómeno, dependiendo de la intensidad, la dirección y el diámetro de los granos, se puede apreciar manchas cloróticas más o menos circulares muy notables y contrastantes con lo verde del cladodio afectado.

**HUACACHI (1999)**, afirma que las manchas cloróticas ocasionadas por el granizo son lugares no deseados por las ninfas I. Además similar mancha clorótica también es ocasionada por la muerte en penca de las cochinillas adultas después de ovipositar.

#### **1.2.6 INFLUENCIA DE LAS FASES LUNARES**

**QUISPE (1993)**, determinó que la capacidad reproductiva de la cochinilla está en estrecha relación con las fases lunares, pues en la luna nueva, llena y cuarto creciente se produjeron más cochinillas que cuando fueron infestados en cuarto menguante explicándose éste comportamiento a consecuencia de una doble atracción

gravitacional, por estar la luna en conjunción formando una línea recta con la tierra y el sol.

### 1.2.7 INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION

**PALOMINO (1985)**, encontró que existe superioridad de producción de cochinilla en las parcelas abonadas con fertilizantes sintéticos. Como resultado de un abonamiento con la fórmula 60 – 50 – 00 de NPK respectivamente, también porque genera mayor proliferación de cladodios.

**FLORES (1995)**, manifiesta que es un agente de mucha importancia para el mantenimiento y soportabilidad adecuada del hospedero, los fertilizantes influyen de manera diferente en el número de cochinillas, observamos dentro del grupo de abonos orgánicos que el que ha producido más cochinillas es el guano de ave (gallinaza).

### 1.3 FACTORES BIOTICOS

**FLORES (1985)** afirma que entre los factores bióticos es el propio hospedero un limitante sobre todo en la época de mayor sequedad, presentándose los cladodios sumamente flácidos. Otra limitante es la edad y la orientación del cladodio.

#### 1.3.1 PLAGAS DE LA COCHINILLA

**MARIN (1986)**, indica que las mosca sirfida *Allograptia sp.* ha sido el único enemigo natural encontrado en trabajos realizados en ambientes mejorados en la producción de cochinilla en la UNALAM.

**METCALF (1985)**, manifiesta que los predadores son insectos que capturan y devoran a criaturas más pequeñas o más desamparadas (presas) matándolas usualmente al obtener de ellos un solo alimento; generalmente la presa es más débil y menos inteligente que el predador.

### 1.3.2 SANIDAD DEL CLADODIO

**BARRANTES (1996)** reporta las siguientes enfermedades:

- **CERCOSPORIOSIS.** Enfermedad causada por el hongo (*Cercospora sp.*) el síntoma comienza mostrando unos puntos anaranjados a marrón pálido, pasado 30 a 60 días muestra una costra seca circular limitada por dos anillados de diferentes colores en el borde. Cada uno de estos puntos emite miles de esporas que van a infectar a cladodios y plantas sanas.

- **MANCHA PLATEADA.** Enfermedad causada por el hongo *Dityophora sp.* El síntoma es el de presentar resquebrajaduras de la epidermis.

Tanto la Cercosporiosis como la Mancha Plateada en los meses de Agosto a Diciembre empiezan a esporular, periodo en que la planta incrementa significativamente su área foliar, es decir la enfermedad se está diseminando sobre la superficie de cladodios sanos y hacia los meses de Enero y Febrero se hacen visibles los síntomas quedando las costras hacia los meses de Marzo a Julio.

- **BACTERIOSIS.** Conocida como Yana Pususo. La infección de las bacterias al tejido sano de los cladodios es a través de los estomas, por el estilete de los insectos por

heridas de poda o cosecha. Esta enfermedad está ampliamente difundido en la mayoría de los valles interandinos donde existen tunales naturalmente establecidos o cultivados.

Por los meses de diciembre y enero, inicialmente la epidermis del cladodio muestra un puntito translucido aceitoso de un color verde oscuro de 2 a 3 mm. de diámetro, posteriormente por los meses de Febrero, Marzo y Abril la lesión se agranda constituyendo una ampolla de tamaño variable de un color marrón oscuro, estas se juntan para constituir una mancha mucho más grande siempre de color marrón oscuro de forma irregular y de contenido acuoso.

#### **1.4 ABUNDANCIA DE POBLACIONES**

**1.4.1 CONCEPTO DE POBLACIONES.** Desde el punto de vista ecológico los seres vivos se organizan en poblaciones las cuales constituyen a su vez comunidades, del mismo modo las comunidades forman ecosistemas, estos se agrupan en biomasa y la totalidad de estos integran la llamada biósfera.

La mayor parte de las definiciones o interpretaciones del concepto de población factores ajenos al nivel de emergencia que caracteriza a la población como un nuevo nivel de organización de la materia biológica.

Dentro de estas limitaciones se podría decir que este nuevo nivel de organización biológica es un conjunto de individuos pertenecientes a la misma especie, que ocupan un área dada, entre las cuales es de importancia el intercambio de información genética y que comparten atributos tales como tasa de natalidad, tasa de mortalidad, proporción de sexo, distribución por edades, atributos típicos de un nuevo nivel de organización (COLE, 1957, SÁNCHEZ, 1991).

### 1.4.2 ABUNDANCIA POBLACIONAL

**ODUM (1985)**, Los estudios de distribución y abundancia de las poblaciones animales engloban en cierta medida la parte más esencial de toda ecología animal. Es por ello que la abundancia de individuos de una población animal dada es índice importante de una serie de problemas ecológicos, tanto de carácter físico del ambiente, como históricos, como de sus relaciones con otras poblaciones. De una manera muy general se distinguen tres tipos de factores de carácter biológico, sin considerar los de tipo físico que determinan la abundancia y distribución de las poblaciones animales. Factores: dispersión, comportamiento y relaciones intra específicos interrelación con otros organismos.

Lo que importa es destacar que la abundancia de individuos en la naturaleza, es un reflejo del tamaño de las poblaciones animales, está determinada por gran número de factores y la respuesta a cuales son y como actúan tales factores dará una visión profunda del funcionamiento del sistema ecológico.

### 1.5 METODO DE EVALUACIÓN

**SÁNCHEZ (1991)**, en la ecología de poblaciones animales se necesita saber que número de animales (insectos) habitan el lugar y objeto de estudio. En algunos casos esta información es necesaria para determinar la disposición espacial de las poblaciones, o para saber como ha cambiado con el correr del tiempo. Estudios aparentemente alejados del aspecto numérico de la ecología animal, tales como la energética, y el comportamiento y los cambios genéticos, llevan implícitos una evaluación del número de individuos que constituyen una población.

El acceso o recuento de los individuos de una población es difícil por varias razones tales como: limitaciones de tiempo, de dinero riesgos de interferencia o destrucción incluso de la población, inaccesibilidad a todos los individuos y destrucción del hábitat. Por esto en la mayoría de los casos, se recurre a técnicas de muestreos para "estimar" el verdadero tamaño de la población a partir del recuento parcial de los individuos o de sus productos.

**RABINOVICH (1978)**, la manera más directa de determinar el número de animales de una población es la de controlarlos todos, como se ha visto, tal recuento completo se denomina censo y los censos se utilizan más frecuentemente de lo que parece a primera vista.

## **1.6 FACTORES QUE AFECTAN EL MUESTREO**

Efectos de la Disposición espacial y/o variación temporal de la población

**SÁNCHEZ (1991)**, informa que un mismo método de muestreo, puede dar resultados muy distintos según que la población tenga una disposición espacial regular, al azar o apiñada. Esto obliga a elegir cuidadosamente tanto el método de muestreo como la escala de muestreos, es decir el tamaño relativo de cada unidad de muestra.

La "distribución" temporal también puede afectar profundamente los resultados del método de muestreo, ya que cada animal tiene su propio ritmo de actividad y comportamiento.

Una vez establecido un diseño de muestreo, llevarlo a la práctica implica una serie de etapas (selección de las unidades de muestreo, recolección de los animales recuento de individuos) que requieren en mayor o menor grado, manipulados o leídos

por personas. Es así que cada una de estas etapas representa operación de la cual depende la eficiencia del muestreo. Entonces se debe considerar los efectos metodológicos, instrumentales y personales.

**SEGÚN RABINOVICH (1978)**, una de las prácticas más comunes para llevar a cabo el muestreo de animales es el método de mapeo territorial. Este es un método comúnmente utilizado en el censo espacial, utilizando con frecuencia en el estudio y manejo de la fauna silvestre. Con la característica de que las unidades contadas se localizan en sitios definidos. El método requiere que el área de interés se someta a un levantamiento repetido hasta que las distintas unidades se identifiquen y cuenten.

## 1.7 ATRIBUTOS DE LA POBLACIÓN

**1.7.1 DENSIDAD.** La densidad de la población es la magnitud de esta en relación con alguna unidad de espacio. Se suele verificar y expresar como el número de individuos, o la biomasa de la población por unidad de superficie o de volumen.

**-Densidad Bruta o Total.-** Es el número de individuos o la biomasa, por unidad de espacio total.

**-Densidad Específica o Ecológica.-** Es un número de individuos a la biomasa por unidad de espacio de hábitat (la superficie o el volumen que la población puede efectivamente colonizar).

A menudo es más importante saber si la población está cambiando en magnitud (creciendo o disminuyendo) en cualquier momento. En tales casos resultan útiles los índices de abundancia relativa; éstos podrán ser relativos en cuanto al tiempo, por ejemplo el número de moscas minadoras sobre una planta de papa.

El efecto de una población que ejerce sobre la comunidad y el ecosistema depende no sólo de cuál clase de organismo se trate, sino también del número de estos, o en otros términos de la densidad de aquella.

Al igual que algunos de los demás atributos de la población la densidad es muy variable, sino que hay límites superiores e inferiores al volumen de las poblaciones de las especies, límites que se observan en la naturaleza o que podrían existir por cualquier periodo de tiempo considerado (SÁNCHEZ, 1991)

**RAVINOVICH (1978)**, La evaluación de la abundancia de poblaciones tiene varias maneras de describirla. Una de las más comunes es la razón del número de individuos al área de superficie o al volumen que ocupan. Esta razón se llama población relativa o densidad de población.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Espacio}}$$

Otra forma de describirla es número de individuos, o la biomasa de la población, por unidad de superficie o de volumen. Por ejemplo: 400 árboles por hectárea, cinco millones de diatomeas por metro cúbico de agua, 100 kilogramos de peces por hectárea de superficie de agua.

Es recomendable mantener clara la diferencia entre estos índices de abundancia, como densidad poblacional bruta, y otros índices de abundancia que se podría llamar densidad poblacional ecológica o también densidad poblacional específica. Esta última, al igual que la anterior expresa el número de individuos de la población a la biomasa total de la población; pero una vez de hacerlo por unidad de

superficie o unidad de volumen, en un área o volumen arbitrario y especificarlo, se mide por unidad de espacio de hábitat disponible.

### 1.7.2 INDICE DE NATALIDAD

**RABINOVICH (1978)**, La natalidad es la propiedad de aumento inherente a una población. La natalidad en este sentido es equivalente al índice de natalidad. En la terminología del estudio de la población humana (demografía); de hecho, no es esto más que un término más amplio que abarca la producción de nuevos individuos de cualquier organismo, ya sea que estos nazcan, sean empollados, germinen, se produzcan por división o como sea.

**-La Natalidad Máxima:** es la producción teórica máxima de nuevos individuos en condiciones ideales (esto es, sin factores ecológicos limitativos y estando la reproducción limitada únicamente por factores fisiológicos).

**-La Natalidad Ecológica:** se refiere al aumento de la población en una condición ambiental real o específica.

$$\text{Índice Natalidad} = \frac{\text{Número de nuevos individuos}}{\text{Unidad de tiempo}}$$

La máxima es importante por dos razones: Uno proporciona un criterio para la comparación con la natalidad realizada. Así por ejemplo, un enunciado en el sentido de que la natalidad de una población de ratones fue de 6 crías por hembra y por año, significaría más si se supiese hasta que punto esta cifra podría ser más alta, si las condiciones fueran menos limitante. Dos siendo una constante, la natalidad máxima

es útil para establecer ecuaciones con objeto de averiguar o de predecir el índice de aumento de la población.

Muchas poblaciones naturales presentan regularmente una natalidad máxima durante breves periodos estacionales o de otra clase. Los resultados en materia de reproducción de algún periodo favorable de estos podrán constituir una buena aproximación práctica de la natalidad máxima.

**SÁNCHEZ (1991)**, Existen factores que afectan la natalidad: Fecundación promedio de las hembras, Fertilidad promedio de las hembras, Relación de sexos, Proporción de hembras en estado reproductivo longevidad del período de oviposición, Tasa de mortalidad, Duración del período de desarrollo, Influencia de factores ambientales (climas, alimento, etc)

### **1.7.3 INDICE DE MORTALIDAD**

**RABINOVICH (1978)**, la mortalidad se refiere a la muerte de los individuos en la población. Es más o menos la antítesis de la natalidad con algunos subconceptos paralelos. Al igual que la natalidad la mortalidad puede expresarse como el número de los individuos que mueren en un periodo determinado (muertes divididas por el tiempo), o bien como índice específico en términos de porcentajes de la población total o de una parte de esta.

Toda vez que la mortalidad varía mucho en la edad, especialmente en el caso de los organismos superiores, las mortalidades específicas en tantas edades distintas o en tantas etapas distintas de la vida como sea posible revisten gran interés, sobre todo cuanto nos permiten indagar las fuerzas que se hallan a la base de la mortalidad indistinta total de la población.

Una visión completa de la mortalidad en una población determinada nos es proporcionada en forma sistemática por medio del cuadro de vida que es un expediente estadístico desarrollado por los que se dedican al estudio de las poblaciones humanas.

Existen dos tipos de mortalidad según **SÁNCHEZ (1991)**

- **Mortalidad Real, Ecológica o Realizada.**- Es la pérdida de individuos bajo determinadas condiciones ambientales.
- **Mortalidad Mínima.**- Es una expresión teórica que representa la ocurrencia de la muerte bajo condiciones ambientales ideales no limitantes. Es una constante para cada población equivalente o una muerte por vejez.
- Tasa de Mortalidad.** Es el número de individuos que mueren por unidad de tiempo. Esta tasa, por el solo simple hecho de considerar el total de individuos muertos sin especificar su edad, sexo, o causa de muerte, provee muy pocos datos útiles para el análisis de la dinámica poblacional.
- Tasa de Mortalidad Específica por Edades.** Es el porcentaje de individuos comprendidos en un grupo de dado que mueren en cierto intervalo de tiempo determinado.
- Tasas Instantáneas.** Cualquiera de las tres tasas anteriores pueden expresarse como una tasa de unidades de tiempo menores que los intervalos considerados. Ejemplo: si el intervalo de tiempo es un año y que este periodo se subdividen en unidades de una hora; entonces los cálculos pueden considerarse en tasas instantáneas de mortalidad.
- Tasa de Mortalidad Específicas por Causas.** La mortalidad de una población se puede clasificar de acuerdo con el agente que lo ha causado. Esta tasa se define

como resultado de una causa particular, en una población en todas las muertes tienen por causa sólo un agente, la tasa de mortalidad específica por causas será la misma que la tasa (bruta) de mortalidad. Pero cuando son varios las causas, la composición está dada;

$$M_c = 1 - (1 - C_1) (1 - C_2) \dots (1 - C_n)$$

Donde la letra C, representa la mortalidad por diferentes causas identificadas por los subíndices. En el caso particular de solo dos agentes se tiene:

$$M_c = 1 - (1 - C_1) (1 - C_2)$$

Que al multiplicar los factores entre paréntesis y restar su producto de 1 da la tasa de mortalidad debido a dos causas.

$$M_c = C_1 + C_2 - C_1 C_2$$

De la cual se desprende que la tasa de mortalidad es la suma de las mortalidades producidas por cada uno de los agentes menos la interacción entre ambas mortalidades.

- **Tasa Recíproca de Supervivencia.** A veces es preferible referirse a la mortalidad en función de los individuos que sobreviven esto es la tasa recíproca de supervivencia.

- **Factores que Afectan la Mortalidad.** Se debe diferenciar entre factores de mortalidad que son selectivos de grupos particulares de edad de la población:

envejecimiento, baja vitalidad, accidentes, condiciones físicas medio ambientales, enemigos naturales, escasez de alimento, refugios etc.

## **1.8 TABLA DE VIDA O SOBREVIVENCIA**

**SÁNCHEZ (1991)** y **RABINOVICH** manifiestan que la tabla de vida se expresa en forma numérica, las principales características de la mortalidad específica por edades, por otro lado, es un punto de partida para establecer parámetros poblacionales y de esta manera evaluar las características de la población en estudio. Se ha puesto de manifiesto ya la importancia y el valor que tiene expresar la mortalidad en una población en función de la edad de los individuos que la componen, así la mortalidad específica por edades permite la estimación de otra serie de parámetros de gran importancia en el estudio de la dinámica de poblaciones. En estos momentos es difícil concebir una investigación en dinámica de poblaciones que no implique la construcción de una tabla de vida, con mayor o menor detalle.

Al principio se utilizó en humanos; después de la llamada de atención de Deevey sobre las posibilidades de aplicar las mismas técnicas o poblaciones animales, resultado claro que se podrían aprovechar muchos de los avances metodológicos de los demógrafos, pero que su aplicación a poblaciones animales tenía enfoques e intereses distintos.

### **1.8.1 USO DE LA TABLA DE VIDA**

**SÁNCHEZ (1991)**, una de las principales finalidades de la elaboración de tablas de vida en la dinámica de poblaciones animales es la de tratar de no sólo a que edades y con que intensidad operan ciertos factores de mortalidad, sino también si

una causa de mortalidad en un estado o edad dada actúa en forma densodependientes, directa, retrasa o inversa, o en última instancia si actúa de manera densoindependiente. La mayor parte de los análisis de la tabla de vida de casos reales de poblaciones en condiciones específicas de campo, en donde se han aplicado las técnicas más refinadas de análisis se refieren a poblaciones de insectos que suelen tener una generación por año y prácticamente ningún grado de superposición de generaciones. En estos casos, no solo los muestreos se han simplificado enormemente, sino que, además la mortalidad específica por edades es completamente estacional y mucho más fácil de identificar. En estas condiciones no sólo es factible el recuento de los individuos en las muestras sino también la estimación del número de individuos que mueren en cada intervalo de tiempo, siendo causal que el mismo tiempo, se realice la identificación de las distintas causas de mortalidad.

### 1.8.2 TIPOS DE TABLA DE VIDA

**SÁNCHEZ (1991)**, La tabla de vida elaborada por los ecólogos corresponde. Por su construcción a uno de dos tipos.

- **Tabla de Vida Específica por Edades u Horizontal.** Se basa en los sucesos que le ocurren a una cohorte real (se entiende por cohorte un grupo de individuos que tienen la misma edad cronológica); es evidente que se sigue a lo largo del tiempo el destino de individuos que han nacido en la misma época, a medida que van siendo afectados por las diversas causas de mortalidad, se obtienen un registro directo del número de muertos que permite elaborar una tabla de vida específica por edades.

**-Tabla de Vida Temporal o Vertical.** Está basado en una cohorte imaginaria obtenida a partir de la estructura por edades de la población en un momento dado a base de una muestral o censal según el supuesto de que la población se halla estacionaria y con una considerable superposición de generaciones. Es evidente por lo que se acaba de definir que un requisito fundamental de este tipo de tablas de vida es el reconocimiento e identificación de las edades de los individuos de la población.

### 1.8.3 ELABORACIÓN DE TABLAS DE VIDA

**RABINOVICH (1991)**, la elaboración de una tabla de vida basada en el número de individuos vivos en cada unidad de tiempo se lleva a cabo de la siguiente manera: supóngase que  $N_x$  es el número de individuos vivos en cada una de las edades  $X$ ; entonces se definen los señalados en el Cuadro 1.1

Se dijo que se podrían reconocer dos tipos de tabla de vida; las específicas por edades u horizontes y las temporales. La elaboración de una tabla de vida corresponderá aun tipo o a otro de acuerdo con las características de la población animal en cuestión y de la accesibilidad y facilidad que se tenga para obtener la información fundamental de mortalidad. En efecto, cuando se trata de poblaciones como es caso de muchos insectos que tienen generaciones discretas o discontinuas, es decir generaciones no superpuestas, se construyen tablas de vida de tipo horizontal o específicas por edades. Esta tabla de vida mide el destino de una cohorte real, como sería el caso de los individuos de una población única; en otras palabras lo único necesario es llevar a cabo una evaluación de la población a lo largo de sucesivos intervalos de tiempo durante la progresión desde su inicio hasta su etapa adulta (en el caso de los insectos será por lo común desde su fase de huevo hasta la

**CUADRO N° 1.1 Símbolos y Definición de la Tabla de Vida**

SÍMBOLO	DEFINICIÓN	CÁLCULO
x	Edad, puede expresarse en horas, días, meses, años.	—
$l_x$	Proporción de sobrevivientes a la edad x	$N_x / N_0$
$d_x$	Número de individuos que mueren entre las edades $x-1$ y $x$ (como verificación recuerde que sumaria $d_x = N_0 - N_x$ . El 0 se considera siempre arbitrariamente cero)	$N_{x-1} - N_x$
$q_x$	Probabilidad de morir entre $x - 1$ y $x$	$d_x / N_{x-1}$
$L_x$	Media de la probabilidad de sobrevivencia entre dos edades sucesivas.	$(l_x + l_{x+1}) / 2$
$T_x$	Número total de días que quedan de vida a los sobrevivientes que han alcanzado la edad $x$ ; $m$ representa la máxima edad alcanzada. (Obsérvese que en la sumatoria se procede de abajo hacia arriba)	Sumatoria de $l_x$ a $m$ , $L_x$
$e_x$	Esperanza de vida (en las unidades de tiempo en que viven expresados las edades $x$ )	$T_x / l_x$

Legenda:

$x$  : Intervalo de edad.

$N_x$  : Número de sobrevivientes al inicio del intervalo de edad  $x$ .

$l_x$  : Proporción de organismos que sobreviven al inicio del intervalo  $x$ .

$d_x$  : Número de individuos que mueren durante el intervalo  $x$  a  $x+1$

$q_x$  : Índice de mortalidad durante el intervalo  $x$  a  $x+1$

$L_x$  : Promedio Índice Intervalo.

$T_x$  : Número total de días que quedan de vida a los sobrevivientes que han alcanzado la edad  $x$ .

$e_x$  : Esperanza promedio de vida para los organismos que están vivos al comienzo del periodo de edad  $x$

de adulto reproductor), transformándose entonces el problema en un simple problema de muestreo poblacional.

En caso de que se desee elaborar la tabla de vida de una población de una especie caracterizada por generaciones superpuestas (que por lo general resulta de una reproducción continua a lo largo de muchos períodos del año o durante varias temporadas seguidas), se recurre a la tabla de vida vertical o temporal. Estas tablas de vida exigen para ser correctas, que se cumpla el supuesto de una tabla de mortalidad constante a lo largo de las sucesivas generaciones. Por otra parte cuando la población está estacionaria, es decir que ha alcanzado un estado natural de equilibrio por que el número de nacimientos es exactamente igual al de muertes, y por lo tanto no varía cuantitativamente de una época a la siguiente, entonces los dos tipos de tabla de vida resultan idénticos.

#### **A. Tablas de Vida Temporales o Verticales**

La aplicación de este tipo de tabla de vida a los estudios de la dinámica de poblaciones animales se ha hecho de dos maneras: por un lado utilizando la información de los censos de la población viva por edades; en este caso la elaboración de la tabla de vida es idéntica a la que utiliza el actuario para evaluar las primas de seguro de deben pagar las personas a distinta edad, basándose fundamentalmente en la estructura de edades de la población en un momento dado. Por otro lado es muy frecuente, sobre todo en el estudio de las poblaciones de artrópodos, que sea sumamente difícil evaluar el tamaño de la población por los distintos estadios de desarrollo (en estos casos se ha reconocido que si se tiene en cuenta la duración de los diferentes estadios de desarrollo, se encontrará una relación entre el número de individuos colectados en cada uno de estos estadios de desarrollo y su sobrevivencia). Ejemplo de la elaboración de una tabla de vida cuando las

edades se agrupan en estadios de desarrollo es el caso del *Rhodnius prolixus*, que pasa por cinco etapas de desarrollo ninfales antes de alcanzar la adulta. Si bien forma poblaciones silvestres en diversos hábitats, tales como nidos de pájaros y guaridas de roedores y en diversos tipos de vegetación (de preferencia palmas), el hábitat que plantea un problema serio de salud pública, por tratarse de ser transmisor de enfermedades en el domicilio. Es un esfuerzo por evaluar la técnica de muestreo mediante los métodos de captura - marcación - recaptura, se hizo un censo completo de la población de *Rhodnius prolixus* de una casa; esto implicó la destrucción total de la vivienda, por derribo lento y progresivo de cada sección de la casa capturando uno por uno todos los insectos. Este método, que constituye un censo en el sentido estricto de la palabra, permite asegurar que al rededor del 95% de la población existen en el momento del censo fue capturada y contada. Los resultados de dichas capturas se encuentran en el cuadro 1.2 junto con la duración de cada estadio de desarrollo ninfal. Suponiendo dicha población aproximadamente estable (es decir que nacimientos y muertes se compensaron durante el periodo de censo, que duró un día completo), se puede concluir que la distribución de edades obtenidas en cierta manera refleja la forma de una curva de sobrevivencia. El primer paso en la elaboración de una tabla de vida a partir de los números obtenidos en cada uno de los estadios de desarrollo consiste en dividir el número total de insectos de cada estadio por la duración "aproximada" del tiempo de desarrollo del respectivo estadio. En este caso particular se dice que se dividió por la duración "aproximada" de cada estadio.

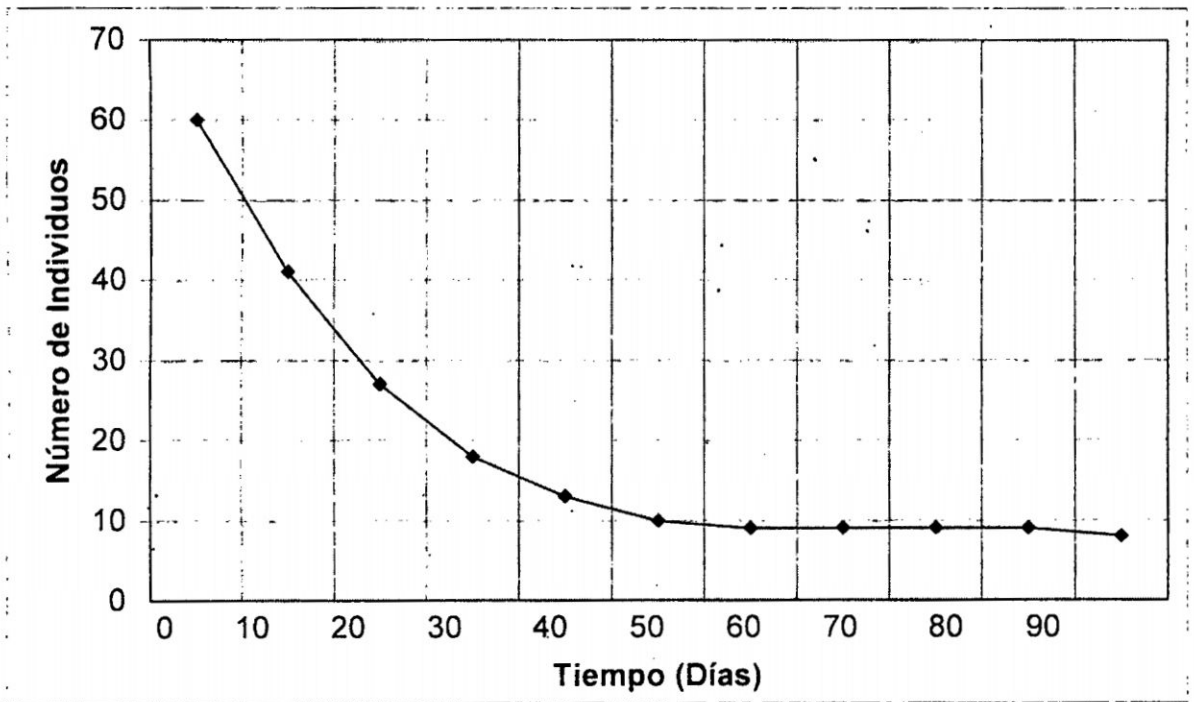
Debido a que éste es un tipo de información relativamente difícil de obtener en el campo: en el caso del *Rhodnius prolixus* la información dada se basa en la duración

**CUADRO N°: 1.2** Resultado de un censo de *Rhodnius prolixus* en Venezuela (caserío Estado Cojedes)

Estadio	Número de Individuos	Duración del estadio (días)	Densidad corregida
I	480	10.5	45.7
II	291	12.7	22.9
III	169	14.2	11.3
IV	124	13.4	9.3
V	180	20.9	8.6
Adultos	428	0	0.0
Total	1672		

en días de cada estadio obtenida en el laboratorio a una temperatura constante de 28°C, muy cercana al promedio de la temperatura del lugar donde se realizó la colección. Una vez llevada a cabo dicha división se obtiene una densidad corregida (véase la última columna de la tabla ) que, cuando se expresa en forma de histograma en función de las edades en días de cada uno de los estadios en forma acumulada se obtiene el equivalente de una distribución de edades específica por estadios (Figura Nro.1.1) identificando el punto medio de cada bloque del histograma (que representa el punto medio del lapso de desarrollo de cada estadio) y trazando una curva que une dichos puntos; se hará adaptado y trazando una curva de distribución de estadios en una distribución por edades, la cual (siempre cuando se mantenga el supuesto de una población estable) coincidirá en cierto grado con la curva de sobrevivencia de una tabla de vida temporal o vertical.

A partir del histograma de la figura Nro. 1.1 se puede leer el número de individuos que sobrevivirán hasta cada una de las edades independientemente de su estadio; estos valores son los datos básicos que se utilizan para elaborar una tabla de vida de tipo temporal o vertical (Cuadro 1.3). Dicha tabla se elaboró a partir de la



**Figura 1.1** Análisis de mortalidad en condiciones de campo de poblaciones con amplia superposición de generaciones y edades agrupados por estadios de desarrollo. Histograma poblacional de *Rhodnius prolixus* (Hemiptera, Reduviidae) en una casa en el Estado Cojedes, Venezuela, con el ajuste visual de una curva de sobrevivencia. Datos originales del autor y colaboradores. (RABINOVICH (1991),

segunda columna, es decir del número de individuos vivos en cada una de las edades (en este caso tomadas de semana en semana). Ello permitió obtener la columna de la probabilidad de sobrevivencia ( $l_x$ ) y a partir de ésta, por el método explicado anteriormente, la expectativa de vida en semanas.

El requisito para la elaboración de tablas de vida específicas por edades es disponer de una serie de muestreos de la población tomados en tiempos distintos de manera que se conozca el número de individuos vivos a las diferentes edades.

**CUADRO: N° 1.3** Tabla de vida vertical de *Rhodnius prolixus* en Venezuela (caserío Hacienda Viejas Estado Cojedes). Elaborada a partir de un censo por estadios de desarrollo (véase la tabla II). Las edades (x) se dan en semanas. **RABINOVICH (1991)**

x	nx	lx	dx	1000qx	ex
0	60	1.000	0	0	2.97
1	41	0.683	19	463	3.14
2	27	0.450	14	519	1.28
3	18	0.300	9	500	4.01
4	13	0.217	5	385	4.35
5	10	0.167	3	300	4.50
6	9	0.150	1	111	3.95
7	9	0.150	0	0	2.95
8	9	0.150	0	0	1.95
9	9	0.150	0	0	1.95
10	9	0.133	1	1	0

#### B. Tabla de Vida Horizontales o Específicas por Edades

En una población de ciervos rojos de la isla de Rhum, Lowe (1969) hizo una estimación de los sobrevivientes de una cohorte original considerando como tal a los ciervos de primera edad que estaban vivos en el año 1957, y por lo tanto en los siguientes nueve años se evaluó la sobrevivencia de dicha cohorte.

Una comparación de los dos tipos de tablas de vida permitió hallar ciertas diferencias de importancia, lo cual no hace otra cosa que reflejar muchas de las dificultades inherentes a la elaboración de tablas de vida de poblaciones de animales en condiciones de campo. Así por ejemplo, la alta mortalidad que se observa entre las edades de 7 y 9 años podría explicarse por un factor que habría que estudiar, o también podría ser consecuencia de causas ajenas al proceso mismo de la mortalidad. En efecto, se debe tener presente que la columna lx se basa en la

**CUADRO N° 1.4:** Tabla de vida horizontal para ciervos Machos del Rhun en 1957 (Lowe, 1969).

<b>x</b> Edad Días	<b>lx</b> Supervivencia al inicio de la clase de edad x	<b>dx</b> Muertos	<b>ex</b> Futura esperanza de vida	<b>100qx</b> Tasa de mortalidad / 1000
1	1000	84	4.76	84.0
2	916	19	4.15	20.7
3	897	0	3.25	0.00
4	897	150	2.23	167.2
5	747	321	1.58	430.0
6	426	218	1.39	512.0
7	208	58	1.31	278.8
8	150	130	0.63	866.5
9	20	20	0.50	1000.0

frecuencia relativa de animales en sucesivas clases de edades, según se ha observado en un momento dado del tiempo (el año 1957 en el caso de los ciervos de la isla del Rhun); cualquier causa que pudiera razonablemente provoca un pico a una caída de la distribución de frecuencia de edades produciría el efecto opuesto (una caída o un pico respectivamente) en la distribución de los  $qx$ . Véase un caso sencillo a modo de ejemplo: Supóngase que, por disponer de recursos, en un año dado la reproducción sea excepcionalmente alta, pero la tasa de mortalidad específica por edades se haya mantenido sin cambio durante varios años. Si la estructura de edades se utilizará entonces para construir la columna  $lx$ . Los animales que nacieron en el año de esa abundante reproducción aparecerán como una frecuencia relativamente alta, y los correspondientes  $qx$  aparecerán muy bajos. De modo análogo, un año en que sea excepcionalmente pobre la reproducción podrá también ser mal interpretada como una excepcional alta tasa de mortalidad para clases de edades posteriores.

Sucesos de este tipo son clara contradicciones de los supuestos hechos en la elaboración de las tablas de vida temporales y explican en gran medida las diferencias que se obtienen en los dos tipos de elaboración de tablas de vida que se aplicaron para las poblaciones del ciervo rojo de la isla de Rhum.

## 1.9 LA CURVA DE SOBREVIVENCIA

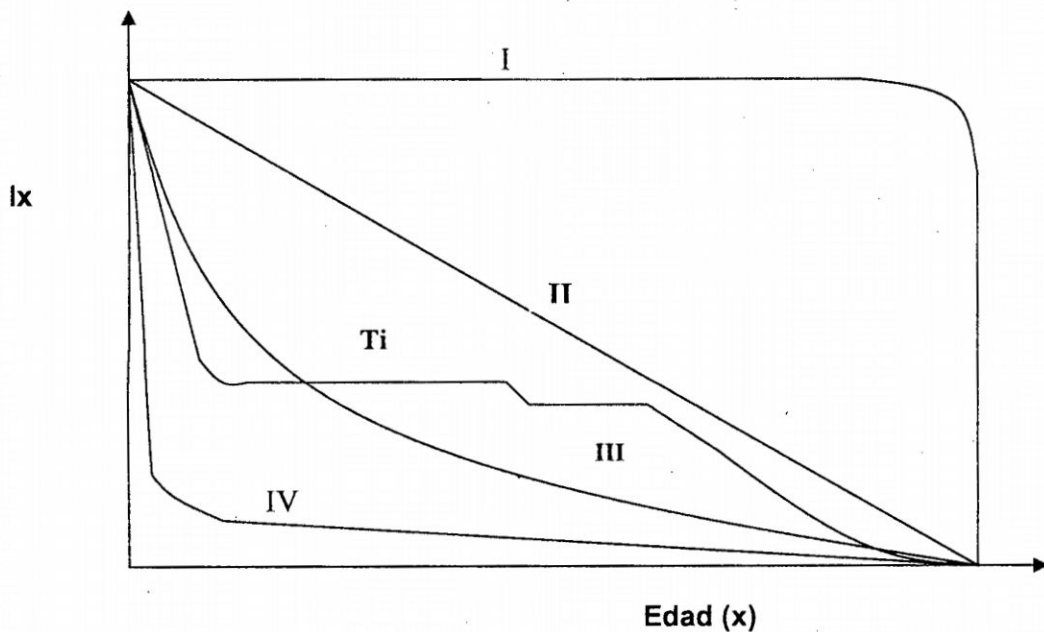
Según **RABINOVICH (1978)**. La columna  $l_x$  (Proporción de sobrevivientes a la edad  $x$ ) de una tabla de vida se conoce como la probabilidad de sobrevivencia dado que representa la proporción de individuos vivos a una cierta edad, en relación con el número inicial o edad primera. Se representan los valores de la columna  $l_x$  en función del tiempo a la edad se obtiene la llamada curva de sobrevivencia o curva  $l_x$ . Desde los trabajos de **DEEVEY (1947)** se han reconocido cuatro tipos fundamentales de curvas de sobrevivencia.

**-CURVA TIPO I.** Corresponde a poblaciones cuya probabilidad de sobrevivencia durante todas las etapas de la vida prácticamente el final es constante e igual a 1. Ocurriendo una muerte masiva hacia las edades finales o máximas de los individuos; en otras palabras, este tipo de curva de sobrevivencia refleja una mortalidad concentrada en los individuos viejos.

**-CURVA TIPO II.** Representa una población en la cual hay un número constante de animales que mueren por unidad de tiempo, independientemente del número de animales que han sobrevivido; es decir, el ser la curva de sobrevivencia una recta, significa que al aumentar la edad una unidad el número de animales que mueren es el mismo para un incremento en edades avanzadas.

**-CURVA TIPO III.** Representa una población en la cual hay una fracción constante de animales vivos que mueren en cada uno de los intervalos de edad; obsérvese que al decir que el número de individuos que mueren es una fracción constante de animales equivale a decir que el número de animales que muere a medida que la población envejece es cada vez menor, dado que el número de sobrevivientes va disminuyendo con la edad.

**-CURVA TIPO IV.** Representa una población en la cual la mortalidad afecta fundamentalmente a los animales jóvenes de la población. Una vez superada las etapas juveniles, la mortalidad se reduce en grado considerable y resulta una sobrevivencia casi constante.



**FIGURA 1. 2: Principales tipos de curvas de supervivencia RABINOVICH (1991)**

Las curvas de sobrevivencia de la figura Nro.1.2 son curvas idealizadas; no se puede decir que ninguna de esas curvas es una curva típica o representativa de alguna población animal real, evaluada en las condiciones de campo normales, las cuales originan una serie de causas de mortalidad a los individuos de esa población. En general, dado que a medida que los individuos envejecen, se hacen susceptibles a diferentes causas de mortalidad, lo que se obtiene es una curva tipos idealizados de curvas; en la figura; junto a los cuatro tipos ideales se ha dibujado también la curva de sobrevivencia correspondiente a *Tiatoma infestans* en condiciones de laboratorio (RABINOVICH 1972) obsérvese que hay una caída brusca en las primeras épocas de vida, correspondientes a la eclosión de los huevos y a la metamorfosis de los ninfas de primer estadio; cuando las ninfas han superado los riesgos de entrada al segundo estadio ninfal, los riesgos disminuyen notablemente hasta que inician su vida adulta, en que están sujetas o una mortalidad que produce una curva de sobrevivencia más similar a la de tipo II.

En general, la mayor parte de los animales que tienen estados larvales bien definidos, seguidos por una metamorfosis previa a la edad adulta, suelen evidenciar mortalidades relativamente altas en las etapas más jóvenes o en las transacciones de una fase a otra; a este grupo pertenecen muchos peces, insectos, crustáceos y celentéreos.

Las curvas de sobrevivencia no son en realidad una característica constante de las poblaciones o de las especies; por el contrario, es una forma de expresar la mortalidad a que está sujeta una población y por ello, muy sensible a las condiciones ambientales, al sexo, al genotipo de los individuos y a su posición en la comunidad en que viven. PEARL (1928) encontró que los adultos de la mosca de la fruta que

poseían como carácter genético a las vestigiales, mostraban en el laboratorio una curva de sobrevivencia de tipo II, mientras que los adultos de la misma especie con alas normales acusaban una curva de sobrevivencia de tipo I; éste es un caso extremo que permite demostrar que incluso un cambio en un único gen de la población puede hacer cambiar radicalmente la curva de sobrevivencia de un tipo a otro.

### 1.10 EXPECTATIVA DE VIDA

Según **SÁNCHEZ V (1991)**, de las definiciones dadas de las diferentes columnas de la tabla de vida con sus respectivas fórmulas de cálculo se observa que la expectativa o esperanza de vida se obtiene dividiendo el total de unidades de tiempo que quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado una cierta edad por la probabilidad de haber llegado vivo a dicha edad desde el comienzo de la vida; como la columna  $T_x$  representa la acumulación de las probabilidades de todos los individuos de la población de estar vivo o una edad dada, se está despejando la cantidad de tiempo remanente que, en promedio, le queda por vivir a un individuo "típico" de la población. La mayor parte de las curvas de la expectativa de vida en función de la edad suelen ser de tipo decreciente, pero suelen manifestar ciertos máximos o pequeños picos que demuestran cuales son las edades críticas de la población en función de los riesgos de mortalidad.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el interior de los ambientes del laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en la ciudad universitaria – Módulos. Zona perteneciente al distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, situada al Noreste y a 1 km. de la ciudad de Ayacucho. Sus coordenadas geográficas son de 13°08' de latitud sur y 74°13' de longitud a 2750 m.s.n.m.

La Fecha de inicio del trabajo de investigación fue febrero de 1995, culminando en junio del mismo año.

#### **2.2 INSTALACION DEL EXPERIMENTO**

##### **2.2.1 Colección de Pencas**

Se recogieron pencas de su ambiente natural – Pampa del Arco un número de 10 cladodios las cuales cumplían los requisitos de ser aproximadamente mayores de 1 año de edad, de buena conformación, sanas y bien turgentes.

### **2.2.2 Fuentes de Inóculo**

Como fuente de inóculo para la infestación se utilizó hembras oviplenas, turgentes y bien desarrolladas, aquellas que han perdido su serosidad blanquesina y capaces de producir la mayor cantidad de huevos. Las cuales fueron puestas una por bolsita de tul.

### **2.2.3 Confección de Bolsitas de Infestación**

En el proceso de confección de bolsitas de infestación se utilizó tela tul. Utilizando tijera se cortó pedazos de tela de 2.5 por 5 cm las cuales se doblaron para hacer una pequeña bolsita de 2.5 por 2.5 cm.

### **2.2.4 Instalación**

Se colocaron 2 palos horizontalmente, los cuales fueron sostenidas por cuatro soportes universales.

Una vez seleccionado los cladodios se procedieron a su limpieza y luego a delimitar con lapicero carriles en ambas caras de la penca, tomando como referencia la distribución de las espinas. Dichos carriles ayudaran en el conteo de las cochinillas en sus diferentes estados. También se dividió el cladodio en tres tercios.

Luego haciendo uso de ganchos de alambre se colgaron las pencas en forma alternada, teniendo en cuenta la posición del ápice del cladodio entre normal e invertida, quedando al final 5 pencas en posición normal y 5 pencas invertidas.

Realizada la infestación se pusieron en el piso cartulinas negras debajo de las pencas, las cuales estuvieron selladas en el borde con vaselina para evitar el escape de las Ninfa -I desprendidas.

Finalmente cuando se establecieron las N-I. Se dibujo en un papel un mapa de distribución de las cochinillas por carriles, cara y tercio de penca. Esto con la finalidad de evitar mayores errores.

### **2.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Las evaluaciones fueron efectuadas cada 4 días. Se contó el número de huevos, N-I, N-II, cocones y adultas a medida que desarrolló la cochinilla. Se tuvo cuidado de retirar las cochinillas muertas encontradas en cada evaluación y retirar las desprendidas de la cartulina.

El conteo e identificación de los estados de desarrollo se hizo minuciosamente con la ayuda de un esteroscopio debidamente acondicionado que permitió examinar al cladodio en forma horizontal. Se inició en la cara de inoculación, carril por carril que fue previamente enumerado; luego se prosiguió con la cara opuesta del cladodio siempre teniendo en cuenta de no desprender a las cochinillas. Finalmente se los volvió a colgar en su ubicación respectiva.

Las observaciones fueron anotadas en cartillas previamente diseñadas donde se registraron la fecha, número de cladodio, cara del cladodio, la cantidad de N-I, viva, muerta y desprendida, del mismo modo con respecto a la N-II, cocones y adultas, carril por carril del cladodio. Las anotaciones fueron mediante rayas verticales, correspondiendo un color a cada estadio y estado de desarrollo, esto nos permitió hacer seguimiento del desarrollo de la población cochinilla por cochinilla. Una vez culminado el experimento se procedió a tabular los datos en el mismo formato pero esta vez en forma numérica.

Posteriormente los datos fueron tabulados mediante el formato que se muestra en el cuadro 3.1 donde se registro la sumatoria de las cochinillas de las dos caras del cladodio. En el rubro de las muertas se incluye a las desprendidas.

A los machos adultos de vida efimera se les ha consignado como muertas, de este modo se determinará en forma indirecta la cantidad de machos emergidos, los cuales muchas veces emigraron.

Finalmente se construyeron las tablas de vida horizontal de la cochinilla del carmín, específica y bruta, siguiendo lo recomendado por RABINOVICH y SÁNCHEZ (1991), se inicia la construcción tomando la máxima población alcanzando en una época determinada.

## **2.4 DISEÑO ESTADÍSTICO**

Solo para alcanzar el segundo objetivo del presente trabajo; que es la de estudiar la influencia de la sección del cladodio en el establecimiento de la cochinilla, se planteó el Diseño Bloque Completo Randomizado con 5 repeticiones. Por ello se colgaron 5 pencas en posición normal y 5 invertidas. Los cladodios fueron divididos en tres tercios e infestados en el 1/3 medio.

## **2.5 ANALISIS ESTADÍSTICO**

Con la finalidad de analizar los resultados de la influencia de la sección del cladodio en el establecimiento de la cochinilla, los datos obtenidos fueron adecuados para su análisis a un arreglo factorial de 2 x 3.

**Factores:**

- . Posición cladodio (P)
- . Tercio del cladodio (T)

**Niveles:**

De P                    p1 = Normal  
                              p2 = Invertida

De T                    t1 = 1/3 Superior  
                              t2 = 1/3 Medio  
                              t3 = 1/3 Inferior

**2.6 CONDICIONES METEREOLÓGICAS**

Las condiciones meteorológicas de temperatura y humedad, durante el desarrollo del experimento, fueron registradas diariamente en el laboratorio mediante un termómetro de máxima y mínima, y uno de vulvo húmedo.

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 TABLA DE VIDA ESPECÍFICA HORIZONTAL DE LA COCHINILLA DEL CARMÍN *Dactylopius coccus*.

El desarrollo de la cochinilla del carmín, teniendo en cuenta sus estadios y estados de desarrollo se muestran en el anexo 1, 2, 3 y 4. Estos datos han permitido elaborar un resumen del desarrollo de la especie sin distinguir los estados y estadios de desarrollo por las que atraviesa (Anexo 5).

Siguiendo la metodología propuesta por Ravinovich (1978) y por Sánchez (1994) se reordenó los datos obtenidos tal como se muestra en el anexo 6, considerando la descendencia máxima producida por la cochinilla en cada cladodio, para finalmente ir restando los muertos registrados en cada edad de desarrollo. Con el promedio de cochinillas registradas en diez cladodios, en cada edad de desarrollo se elaboró la Tabla de Vida Bruta para la especie (Cuadro 3.1.). Los parámetros útiles

**CUADRO 3.1: Tabla de Vida Bruta de *Dactylopius coccus* en condiciones de laboratorio, Ayacucho.**

x (Días)	nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
0	134	1.000	0	0.000	134.0	1783.0	13.31
4	134	1.000	2	0.015	133.0	1649.0	12.31
8	132	0.985	5	0.038	129.5	1516.0	11.48
12	127	0.948	10	0.079	122.0	1386.5	10.92
16	117	0.873	4	0.034	115.0	1264.5	10.81
20	113	0.843	9	0.080	108.5	1149.5	10.17
24	104	0.776	5	0.048	101.5	1041.0	10.01
28	99	0.739	4	0.040	97.0	939.5	9.49
32	95	0.709	7	0.074	91.5	842.5	8.87
36	88	0.657	5	0.057	85.5	751.0	8.53
40	83	0.619	3	0.036	81.5	665.5	8.02
44	80	0.597	17	0.213	71.5	584.0	7.30
48	63	0.470	16	0.254	55.0	512.5	8.13
52	47	0.351	4	0.085	45.0	457.5	9.73
56	43	0.321	12	0.279	37.0	412.5	9.59
60	31	0.231	1	0.032	30.5	375.5	12.11
64	30	0.224	0	0	30.0	345.0	11.50
68	30	0.224	0	0	30.0	315.0	10.50
72	30	0.224	0	0	30.0	285.0	9.50
76	30	0.224	0	0	30.0	255.0	8.50
80	30	0.224	0	0	30.0	225.0	7.50
84	30	0.224	0	0	30.0	195.0	6.50
88	30	0.224	0	0	30.0	165.0	5.50
92	30	0.224	0	0	30.0	135.0	4.50
96	30	0.224	0	0	30.0	105.0	3.5
100	30	0.224	0	0	30.0	75.0	2.5
104	30	0.224	0	0	30.0	45.0	1.5
108	30	0.224	30	0	15.0	15.0	0.5
112	00	0.000					0.0

x = Edad

nx = Número de sobrevivientes

lx = Sobrevivientes al inicio de cada edad

dx = Muertos entre intervalos de edad

qx = Índice de mortalidad entre intervalos

Lx = Promedio de individuos vivos entre intervalos de edad

Tx = Suma de Lx desde el intervalo

ex = Esperanza promedio de vida

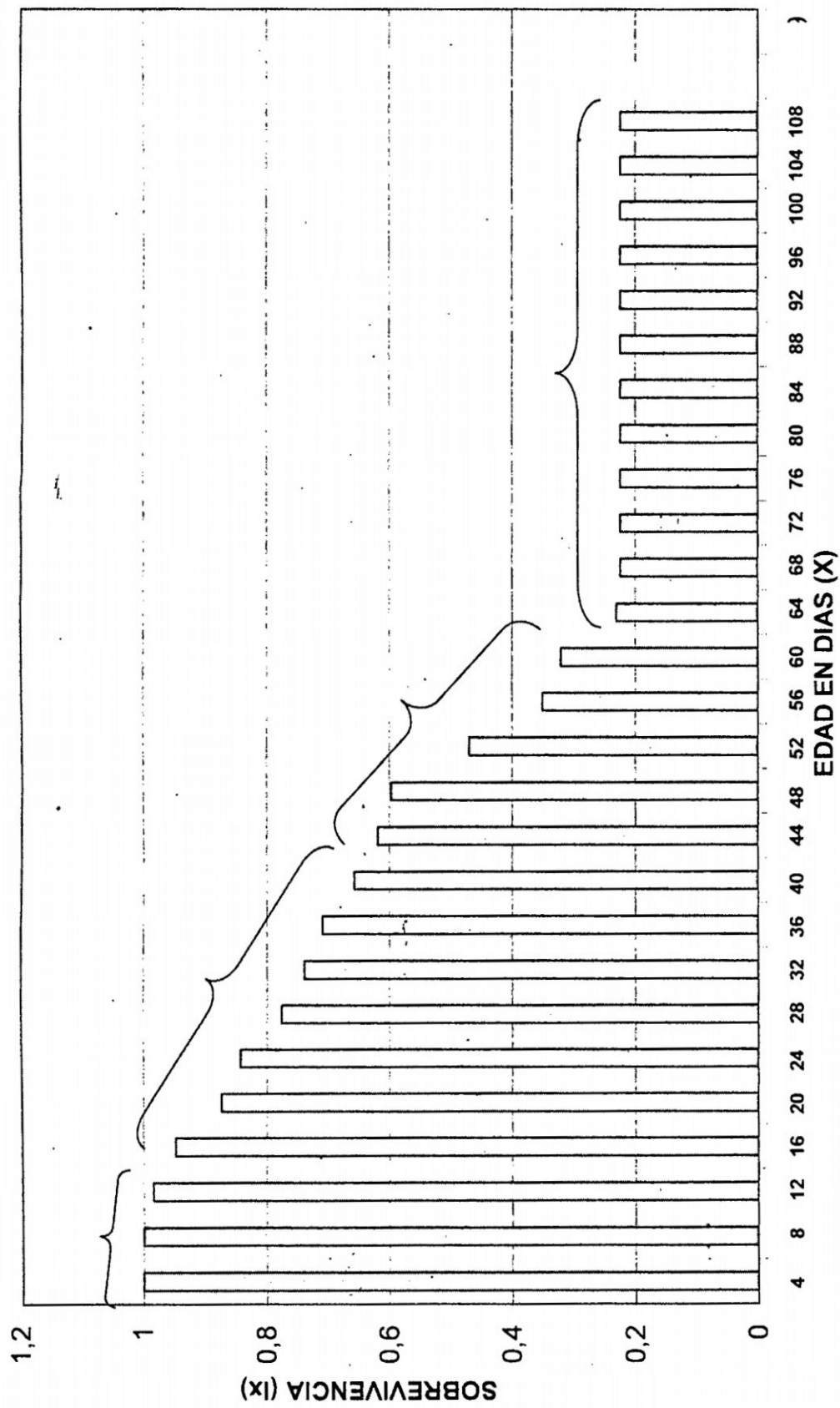


FIGURA 3.1: Curva de sobrevivencia bruta en cada edad de *Dactylopius coccus*

de la Tabla de Vida para el presente estudio son: Sobrevivencia ( $lx$ ), Mortalidad ( $qx$ ), y la Esperanza de vida ( $ex$ ).

En la Figura 3.1 se muestra la curva de sobrevivencia bruta de *Dactylopius coccus*. En los 8 primeros días de vida la sobrevivencia es alta, pero luego va disminuyendo casi en forma constante hasta los 40 días de vida, seguidamente desde los 44 hasta los 56 días la sobrevivencia disminuye abruptamente, para luego desde los 60 días hacerse constante hasta los últimos días de vida de la cochinilla del carmín. La mayor o menor sobrevivencia está relacionada con la pendiente de la curva.

La mayor sobrevivencia de la cochinilla ocurrió cuando alcanza el estado adulto, desde los 64 a 108 días de vida, no acontece mortalidad. Representa la etapa más larga de sobrevivencia de la especie, en condiciones de laboratorio; se atribuye a la mayor estabilidad lograda, están fijadas a la superficie del cladodio mediante su aparato bucal introducida a través del estoma que con el tiempo se ha adherido al parénquima del cladodio. En la naturaleza en muchas especies a medida que pasa el tiempo existe una mortalidad casi constante, para luego según envejece, la población es cada vez menor (Ravinovich 1978). La curva se asemeja en algo a la curva de sobrevivencia tipo 3, descrito en la revisión bibliográfica (Ravinovich 1978) (Figura 1.2), pero profundizando el análisis es en realidad una combinación entre los tipos 2, 3 y 4. En segundo lugar está la sobrevivencia de la cochinilla acontecida desde el inicio hasta los 40 días de vida, finalmente la menor sobrevivencia sucede desde los 44 a 60 días de vida. Teniendo en cuenta el desarrollo de la cochinilla, se concluye que la etapa más vulnerable de la cochinilla

del carmín es al final del desarrollo de ninfa uno y ninfa dos, en el proceso de muda. Durante el proceso de muda son muy sensibles a los factores del medio ambiente. Lo mismo sucede con las cochinillas de carmín ninfas dos, cuando se transforman en cocones (macho) y en hembras adultas. Sánchez (1994) reporta que en general, la mayor parte de los animales que tienen estados larvales bien definidos, seguidos por una metamorfosis previa a la edad adulta, suelen evidenciar mortalidades relativamente altas en la etapa más jóvenes o en las transiciones de una fase a otra.

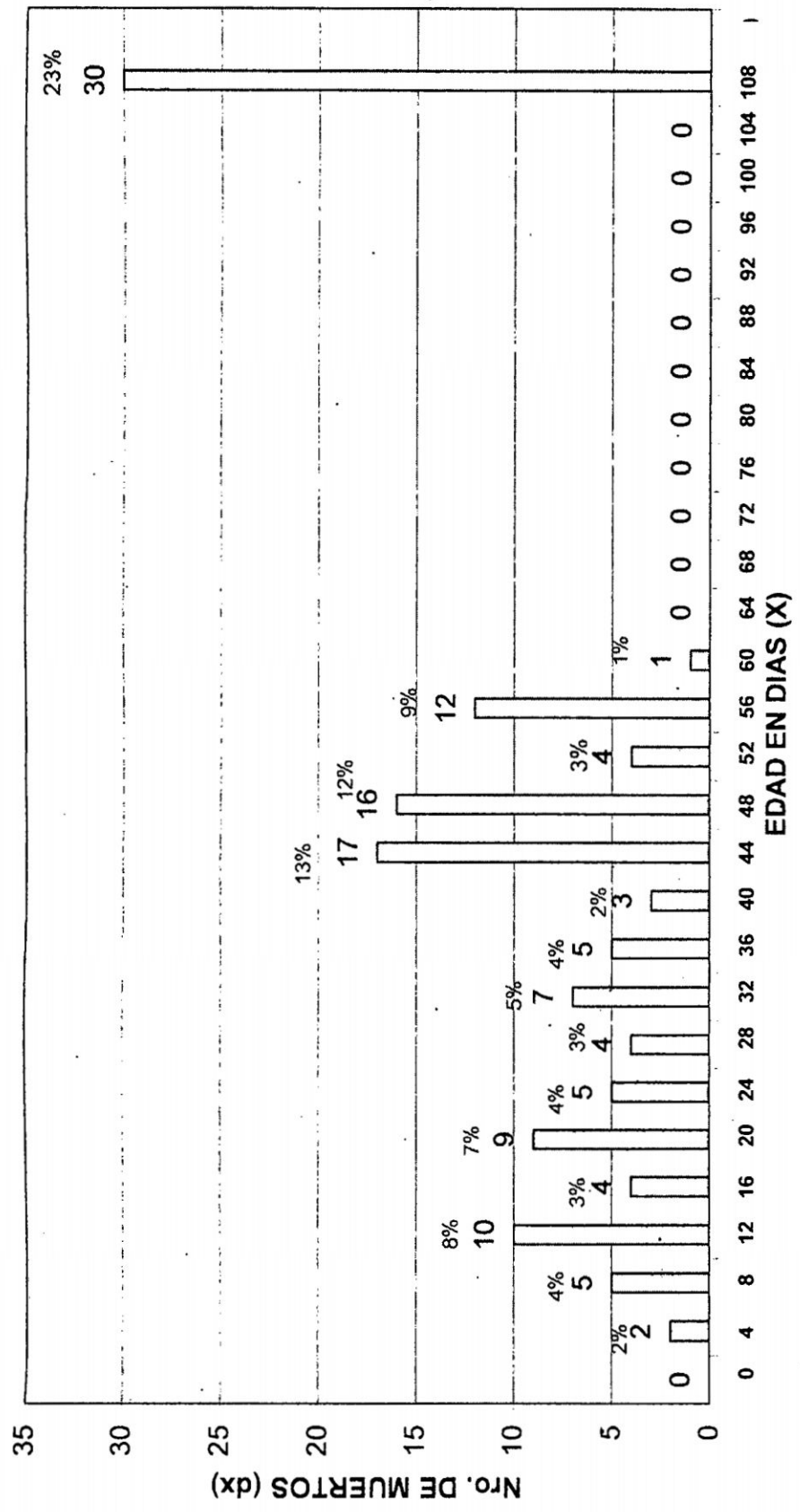


FIGURA 3.2: Curva de mortalidad bruta para cada edad de *Dactylopius coccus*

**CUADRO 3.2: Mortalidad bruta de *Dactylopius coccus* en intervalos de edad; laboratorio, Ayacucho.**

x (Días)	dx	% DE MORTALIDAD
0	0	0.00
4	2	1.50
8	5	3.75
12	10	7.50
16	4	3.00
20	9	6.75
24	5	3.75
28	4	3.00
32	7	5.25
36	5	3.75
40	3	2.25
44	17	12.75
48	16	12.00
52	4	3.00
56	12	9.00
60	1	0.75
64	0	0.00
68	0	0.00
72	0	0.00
76	0	0.00
80	0	0.00
84	0	0.00
88	0	0.00
92	0	0.00
96	0	0.00
100	0	0.00
104	0	0.00
108	30	22.5
112		
	134	100 %

x = Edad

dx = Muertos entre intervalos de edad.

En la figura 3.2 y cuadro 3.2 se muestra la mortalidad bruta del *Dactylopius coccus* durante su desarrollo. Cuando la cochinilla se encontró entre 44 y 48 días de vida acontece una alta mortalidad, mueren de 17 a 16 cochinillas, que representa a su vez el 13 y 12 % del total de los muertos registrados. De 44 a 56 días de vida, murió el **38** % de las cochinillas del carmín nacidas. Esta mortalidad fundamentalmente se debió a que las ninfas uno, que se han retrasado en su desarrollo comparativamente al resto de la población son débiles, esto como resultado, entre otras razones, por haberse originado a final del periodo reproductivo de la hembra. Se ha determinado que las ninfas uno se transforman en ninfas dos y que a las pocas horas o días un gran porcentaje muere, al no tener éxito en superar las condiciones climáticas con una cutícula recién formada.

El segundo periodo crítico de mortalidad aconteció a los 56 días, el 9% de las cochinillas nacidas mueren. Esto coincide con la época de muda de cochinilla ninfa dos a adulta.

En tercer lugar se ubica la mortalidad ocurrida a los 12 días de vida, donde el 8 % de la población total muere. En adelante se producen 2 picos más a los 20 y 32 días con una mortalidad de 7 % y 5%, respectivamente.

En general, la mortalidad durante el ciclo de vida de la cochinilla, se comporta de una manera cíclica, de cero se incrementa casi homogéneamente hasta los 12 días, para luego descender a los 16 días y nuevamente subir a los 20 días, desciende hasta los 28 días, asciende a los 32 días, desciende hasta los 40 días y luego se incrementa significativamente a los 44 días, así sucesivamente.

Se concluye que los mayores porcentajes de mortalidad en una crianza de cochinilla de carmín en ambiente controlado, se produjo en las primeras minutos o

días de vida de ninfa dos, es decir cuando la ninfa uno muda a ninfa dos (Figura 3.16).

Prácticamente no existe mortalidad en la cochinilla de carmín desde los 60 días de vida, que coincide con la etapa adulta de la cochinilla. Para finalmente al término de su desarrollo, luego de cumplir su ciclo vital morir en su totalidad.

Se concluye que en promedio el 22% de las crías (ninfa uno) llegan a adultas, aconteciendo una mortalidad total de 78 %, bajo condiciones de laboratorio.

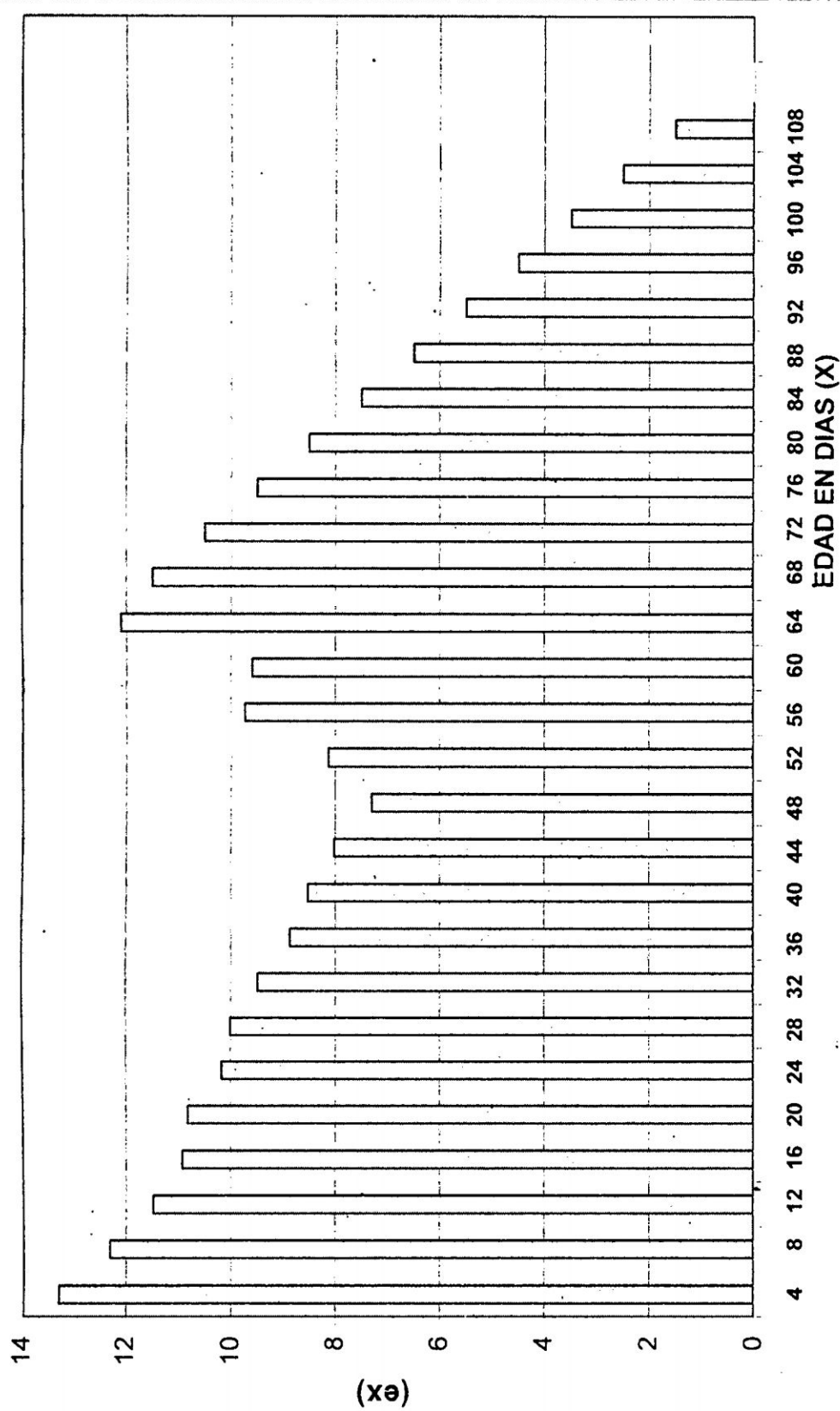


FIGURA 3.3: Curva de esperanza de vida bruta de la cochinilla del carmín *Dactylopius coccus*. Laboratorio, Ayacucho.

Analizando la curva de la esperanza de vida (Fig. 3.3) se concluye que existen dos etapas del desarrollo en la cochinilla de carmín en las cuales la esperanza de vida es alta, una cuando nacen las cochinillas ninfas uno, y la segunda cuando se transforman en cochinilla adulta, correspondiente a los 4 primeros días y a los 64 días de vida, respectivamente. Posteriormente en cada caso la esperanza de vida va disminuyendo paulatinamente. Las ninfas son susceptibles a los factores adversos del medio ambiente, como la competencia por espacio; las adultas mayormente por ingresar a su etapa final de su desarrollo generalmente van muriendo por vejez.

### **3.1.1 TABLA DE VIDA DE LA COCHINILLA DE CARMÍN NINFA - I** *Dactylopius coccus.*

En el Anexo 7, se muestra el desarrollo de la cochinilla ninfa uno (N-I) en 10 cladodios, estos datos están ordenados de acuerdo a la metodología propuesta por Ravinovich, que permite realizar la Tabla de Vida mostrada en el Cuadro 3.3.

De la tabla de Vida se ha escogido el parámetro sobrevivencia ( $lx$ ), mortalidad ( $qx$ ) y esperanza de vida ( $ex$ ) para estudiar el comportamiento de la N-I.

La Figura 3.4 muestra la sobrevivencia de la N-I cada cuatro días, desde iniciada la oviposición hasta los 48 días de vida. Durante los primeros 28 días, la curva de sobrevivencia de la N-I coincide con la curva de sobrevivencia bruta (figura 3.1), elaborada anteriormente donde no distingue estados de desarrollo. Posteriormente difiere debido a que en la curva de sobrevivencia bruta, desde los 32 días de vida, considera la cantidad de cochinillas N-I presentes no solo afectada por la cantidad de muertos como N-I sino también por las que se transformaron a ninfa dos (N-II).

**CUADRO 3.3: Tabla de vida específica para Ninfas I. *Dactylopius coccus* en condiciones de laboratorio, Ayacucho.**

x (Días)	nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
0	134	1.000	0	0.000	134.0	1,203.5	8.98
4	134	1.000	2	0.015	133.0	1,069.5	7.98
8	132	0.985	5	0.038	129.5	936.5	7.09
12	127	0.948	10	0.079	122.0	807.0	6.35
16	117	0.873	4	0.034	115.0	685.0	5.85
20	113	0.843	9	0.080	108.5	570.0	5.04
24	104	0.776	5	0.048	101.5	461.5	4.44
28	99	0.739	3	0.030	97.5	360.0	3.64
32	96	0.716	8	0.083	92.0	262.5	2.73
36	88	0.657	3	0.034	86.5	170.5	1.94
40	85	0.634	2	0.024	84.0	84.0	0.99
44	83	0.619					
48							
52							
56							
60							
64							

x = Edad

nx = Número de sobrevivientes

lx = Sobrevivientes al inicio de cada edad

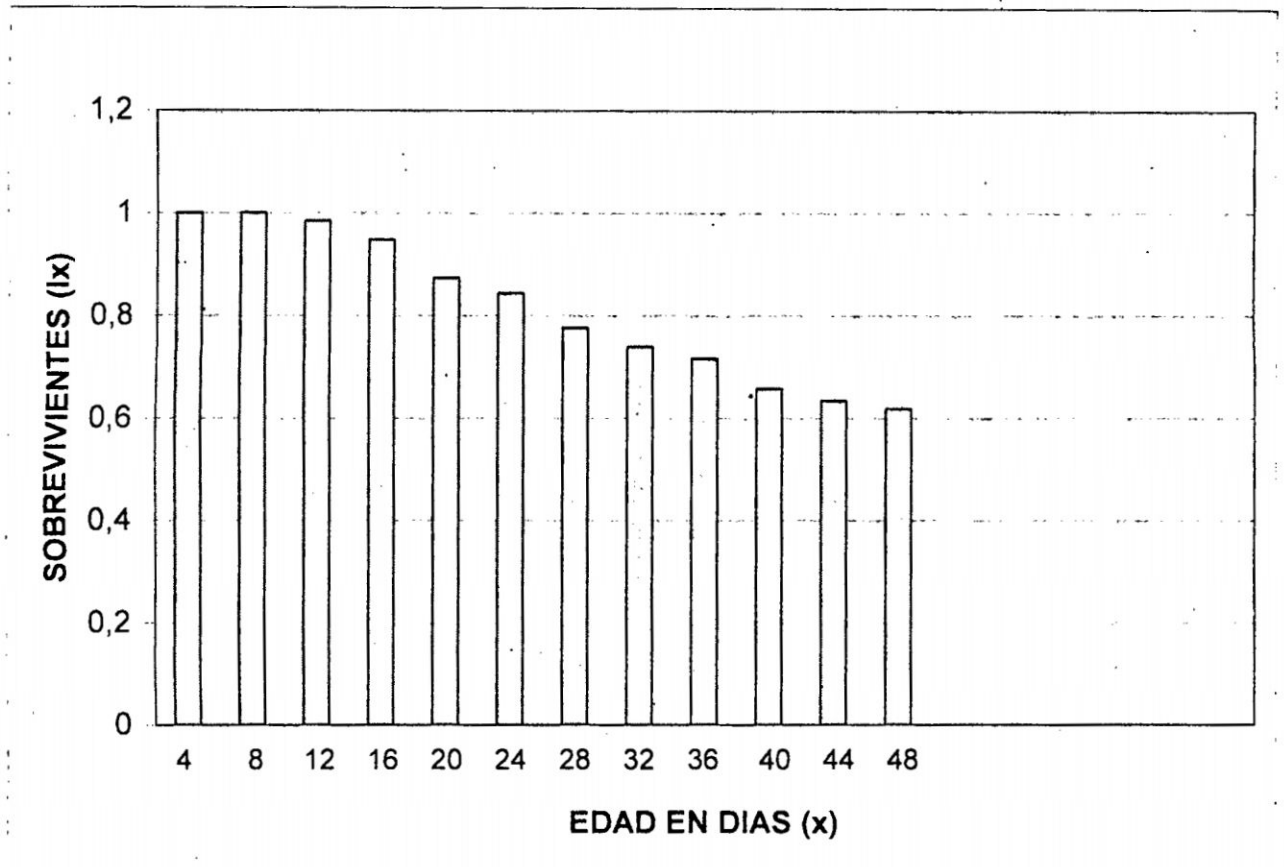
dx = Muertos entre intervalos de edad

qx = Índice de mortalidad entre intervalos

Lx = Promedio de individuos vivos entre intervalos de edad

Tx = Suma de Lx desde el intervalo

ex = Esperanza promedio de vida



**FIGURA 3.4:** Curva de sobrevivencia en la edad de Ninfas-I del *Dactylopius coccus*

Por todo ello sería más importante el análisis de la mortalidad, fiel reflejo de las N-I muertas en cada edad (Fig. 3.5).

La curva de sobrevivencia hasta los 8 días es casi constante, casi el 100% de los nacidos sobreviven. Posteriormente desde los 12 días hasta los 24 días de vida se produce una reducción de la sobrevivencia quedando establecido finalmente en 80%. Una segunda reducción de la sobrevivencia en similar magnitud del 20%, ocurre desde los 24 hasta los 44 días de vida, quedando finalmente un 62% de cochinillas ninfas uno sobrevivientes.

Desde los 8 días la curva de sobrevivencia tiende a ser una recta inclinada descendente, lo que nos indica que a medida que transcurre los días va disminuyendo la población. Existe una tendencia que al inicio y al final del desarrollo de las N-I se presenta la mayor sobrevivencia, es decir la población disminuye menos entre las edades de 4 a 8 días (con % diferencial de 1.5) y luego entre 44 y 48 días de vida (con % diferencial de 1.5), probablemente esto se deba a que los primeros descendientes tienen mayor vitalidad y luego las que alcanzan el pleno desarrollo de N-I son más estables antes del proceso de muda.

La menor sobrevivencia en todo el estadio de N-I se dio entre los días 12 y 16, con un % diferencial de 7.5, seguido de los días 20 a 24 con % diferencial de 6.7.

El Cuadro 3.4 muestra la mortalidad de N-I por edad y el % que representa teniendo en cuenta el total de muertos; estos datos han sido graficados en la figura 3.3. Del total de cochinillas originadas por una hembra, el 38 % no llega a culminar su desarrollo como N-I, en consecuencia el 62 % sobrevive (Cuadro 3.3)

Cuadro: 3.4 Mortalidad de Ninfas-I del *Dactylopius coccus*, laboratorio, Ayacucho.

X (días)	dx	% de mortalidad
0	0	0
4	2	3.9
8	5	9.8
12	10	19.6
16	4	7.8
20	9	17.6
24	5	9.8
28	3	5.9
32	8	15.7
36	3	5.9
40	2	3.9
44	0	0
	<b>51</b>	<b>100.0 %</b>

x = Edad

dx = Muertos entre intervalos de edad.

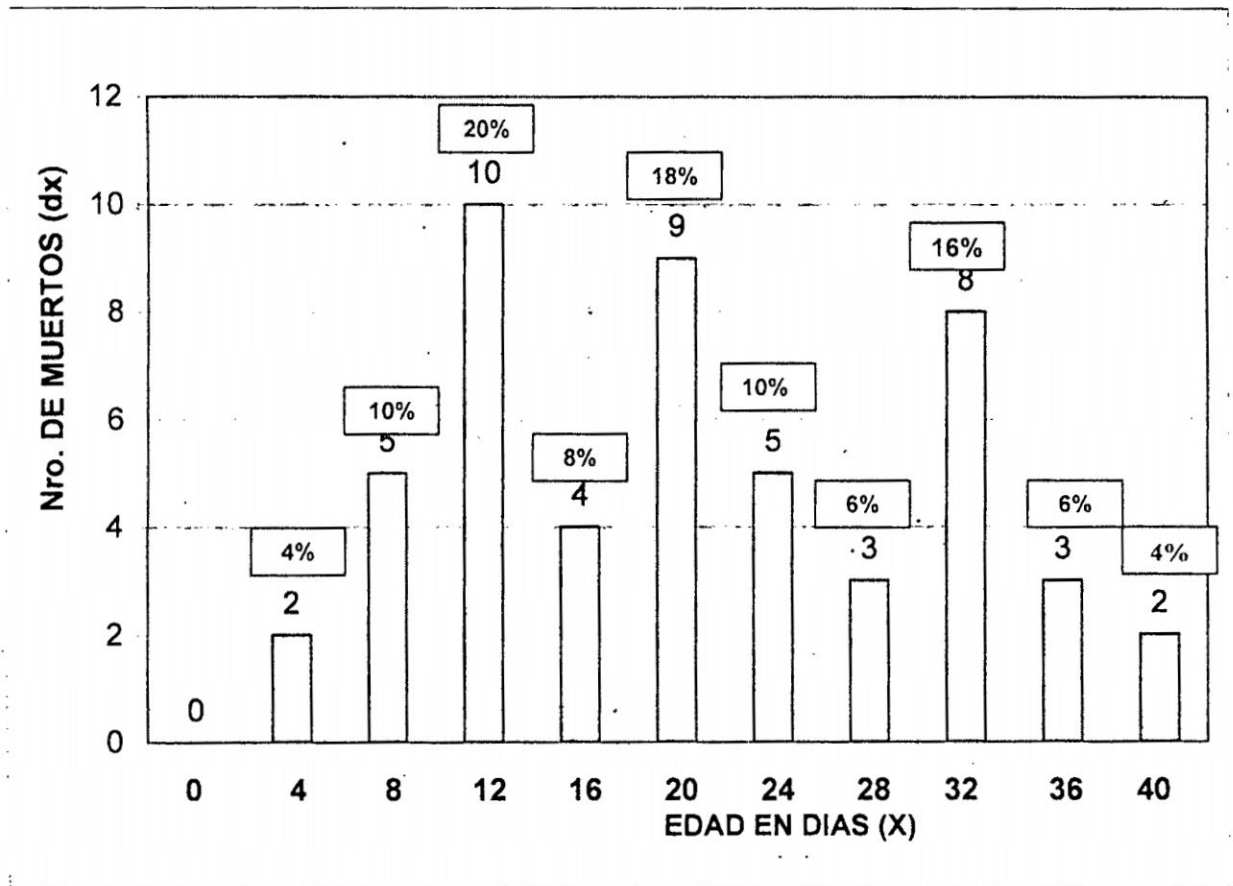
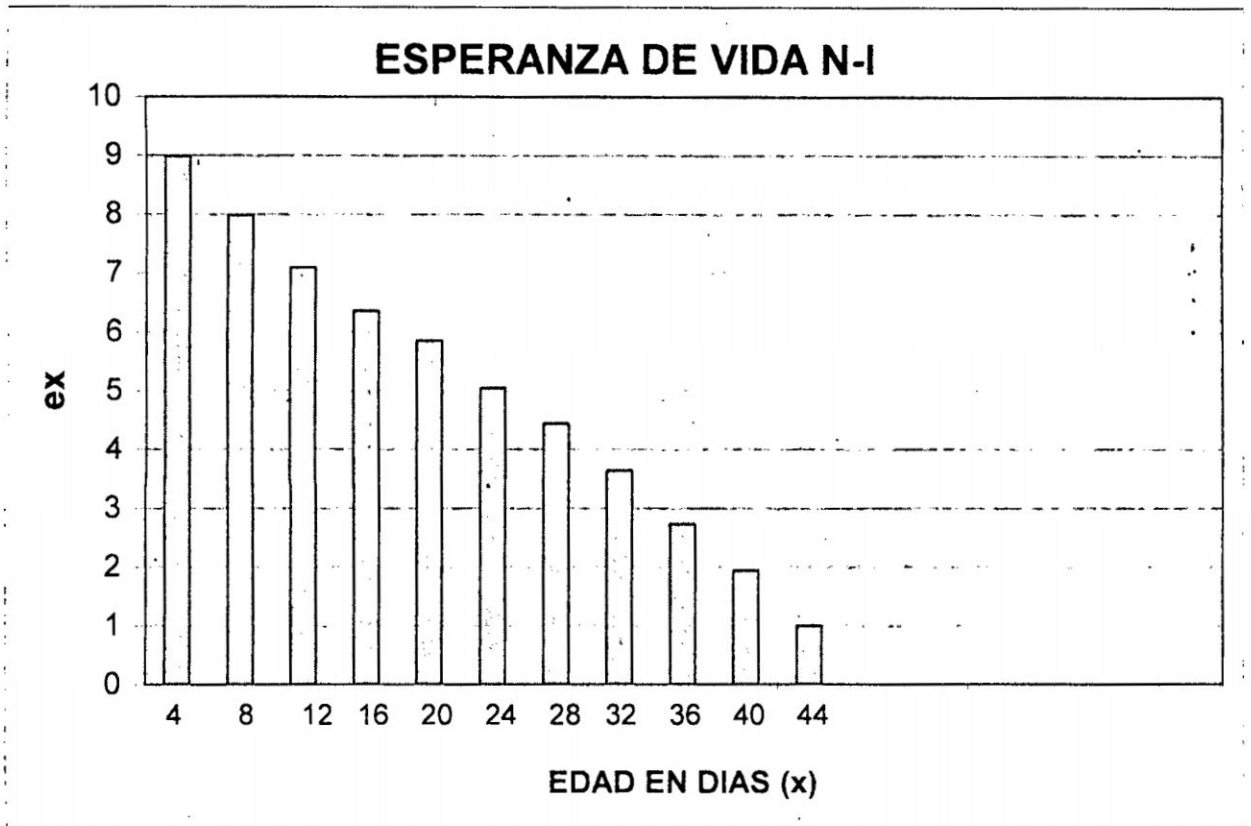


FIGURA 3.5: Curva de mortalidad para ninfas- I del *Dactylopius coccus*.

Las cochinillas del carmín N-I sufren mortalidad creciente y decreciente en forma cíclica. A medida que transcurre los días se incrementa la mortalidad, llegando en promedio a 10 cochinillas que representa al 19.6 % de la población, luego disminuye al décimo sexto día de vida para luego volver a incrementarse la mortalidad a 9 cochinillas muertas que representa 17.6 %, de la población. Seguidamente disminuye hasta producir 3 cochinillas muertas, luego nuevamente se incrementó la mortalidad a los 32 días de vida con 8 cochinillas muertas (15.7% de mortalidad); para finalmente volver a disminuir a 2 cochinillas muertas. En resumen la curva de mortalidad es cíclica sube y baja cada 4 u 8 días.

La explicación de este comportamiento podría deberse entre otras cosas a la distribución apiñada que tiene la cochinilla; a medida que se desarrolla se van desplazando unas a otras, compitiendo por espacio y alimento, raleado la población disminuye los muertos y cuando se vuelve insuficiente se incrementa las muertes. Agrupando las mortalidades cada dos días del cuarto al octavo día acontece 7 muertos del 12 al 16 día, 14 muertos, lo mismo entre el 20 y 24avo día; en 28 a 32 días 11 muertos, entre el 36, 40avo día 5 muertos. Esto nos indica que hay menor mortalidad al inicio y al final del estadio de la N-I; la mayor mortalidad acontece entre el 12 y 32avo día de desarrollo. Estas muertes en gran medida se producen por factores internos de las N-I, ya que la acción del viento, precipitación, insolación no actúan dentro del laboratorio. Uno de los factores que probablemente haya influido es la alta serosidad acumulada en los cladodios, además los excrementos de la cochinilla las cuales son limpiadas en el campo por el viento.

En la figura 3.6 se muestra la esperanza de vida (ex) de la cochinilla N-I. A medida que transcurre los días la esperanza de vida disminuye. La mayor esperanza de vida acontece al inicio del desarrollo de la ninfa -I con un valor de 36 días, luego disminuye hasta 4 días al término de su desarrollo. Por todo lo anterior en condiciones de campo sería conveniente ver la manera de proteger a las N-I durante su desarrollo.



**FIGURA 3.6:** Esperanza de vida de la cochinilla del carmín. Ninfa-I *Dactylopius coccus*. Laboratorio, Ayacucho.

### 3.1.3 Tabla de Vida para ninfas- II de *Dactylopius coccus*.

En el Anexo 8 se muestra la cantidad de cochinillas de N-II registrada cada cuatro días en 10 cladodios. Con estos datos se ha construido la Tabla de Vida Especifica para Ninfa-II (Cuadro 3.5). Se aprecia que la cochinilla inicia su desarrollo como N-II a los 32 días de haber nacido y culmina a los 52 días transformándose en adulta o cocón.

**CUADRO 3.5: Tabla de vida específica para Ninfas II. *Dactylopius coccus* en condiciones de laboratorio, Ayacucho.**

x (Días)	nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
0							
4							
8							
12							
16							
20							
24							
28							
32	75	1.000	16	0.213	67.0	272.0	3.63
36	59	0.787	2	0.034	58.0	205.0	3.47
40	57	0.760	1	0.018	56.5	147.0	2.58
44	56	0.747	14	0.250	49.0	90.5	1.62
48	42	0.560	1	0.024	41.5	41.5	0.99
52	41	0.547					
56							
60							
64							

x = Edad

nx = Número de sobrevivientes

lx = Sobrevivientes al inicio de cada edad

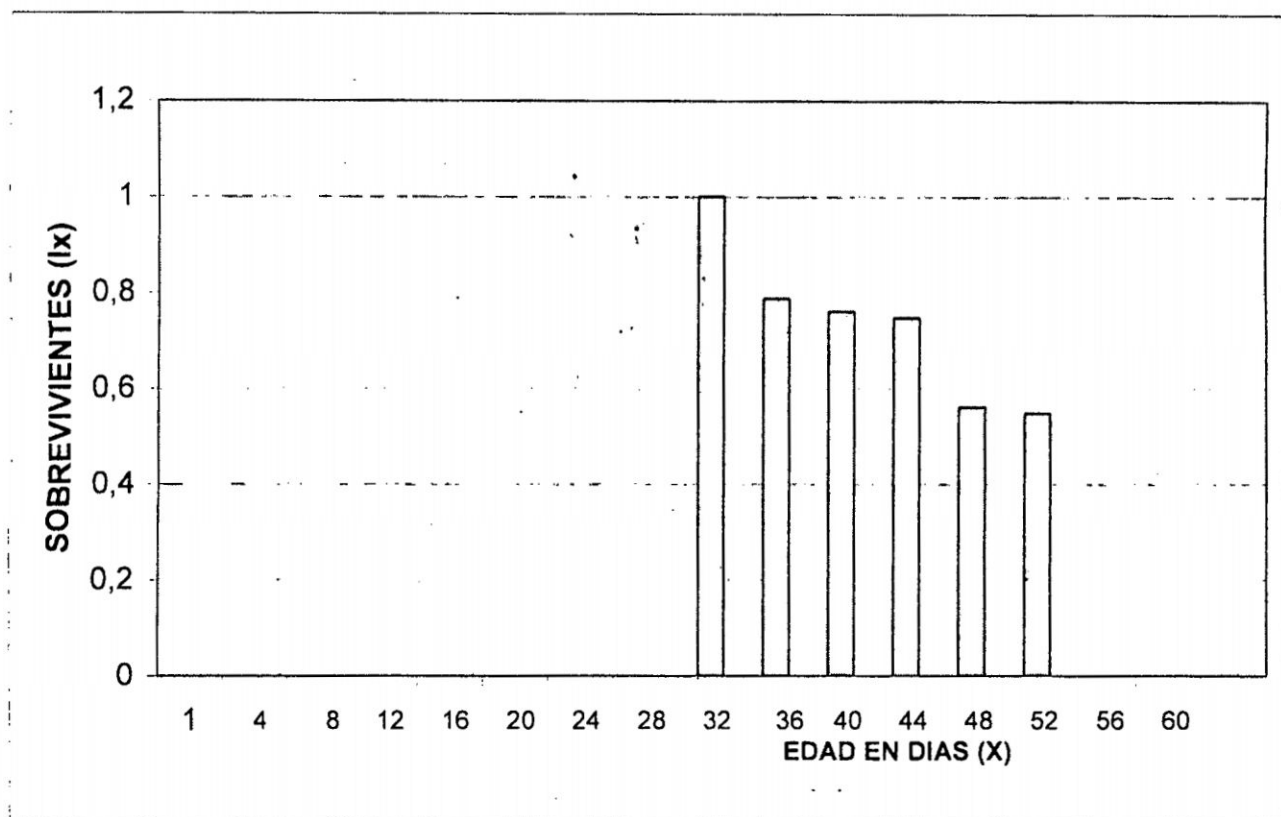
dx = Muertos entre intervalos de edad

qx = Índice de mortalidad entre intervalos

Lx = Promedio de individuos vivos entre intervalos de edad

Tx = Suma de Lx desde el intervalo

ex = Esperanza promedio de vida



**FIGURA 3.7:** Curva de sobrevivencia en la edad de Ninfas-II del *Dactylopius coccus*

En la figura 3.7 se aprecia la curva de sobrevivencia de la cochinilla Ninfa-II. La mayor supervivencia se produce a la mitad del tiempo del desarrollo de la Ninfa-II desde los 4 hasta los 16 días de haberse convertido en N-II. El menor índice de sobrevivencia se manifestó en los primeros cuatro días y los últimos 8 días de desarrollo como N-II, producto de la transformación de N-I a N-II y en la etapa final cuando las N-II inician a transformarse en adultas y cocones.

El desarrollo de la Ninfa-II se produjo desde los 32 a los 52 días de haber nacido. La sobrevivencia mas alta dentro del estadio de N-II se produce entre los 36 y 44 días con un % diferencial de sobrevivencia de 1.3%.

La sobrevivencia mas baja se produjo entre los 32 a 36 días, con un % diferencial de sobrevivencia igual a 21.3%; le sigue la evaluación entre los días 44 a 48 con un % diferencial de 18.7%.

**Cuadro 3.6: Porcentaje de mortalidad de N-II**

x (Días)	dx	% de mortalidad
0		
4		
8		
12		
16		
20		
24		
28		
32	16	47.1
36	2	5.9
40	1	3.0
44	14	41.0
48	1	3.0
52	0	0.0
	<b>34</b>	<b>100.0</b>

x = Edad

dx = Muertos entre intervalos de edad.

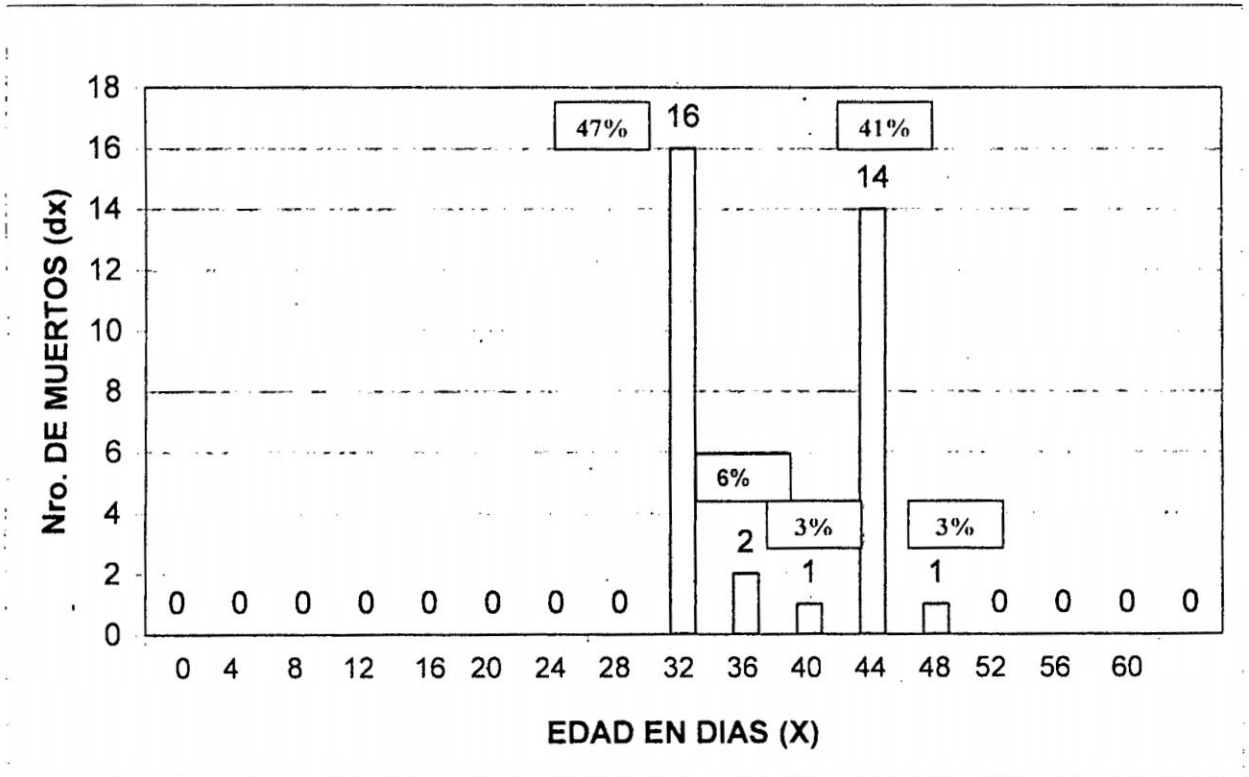
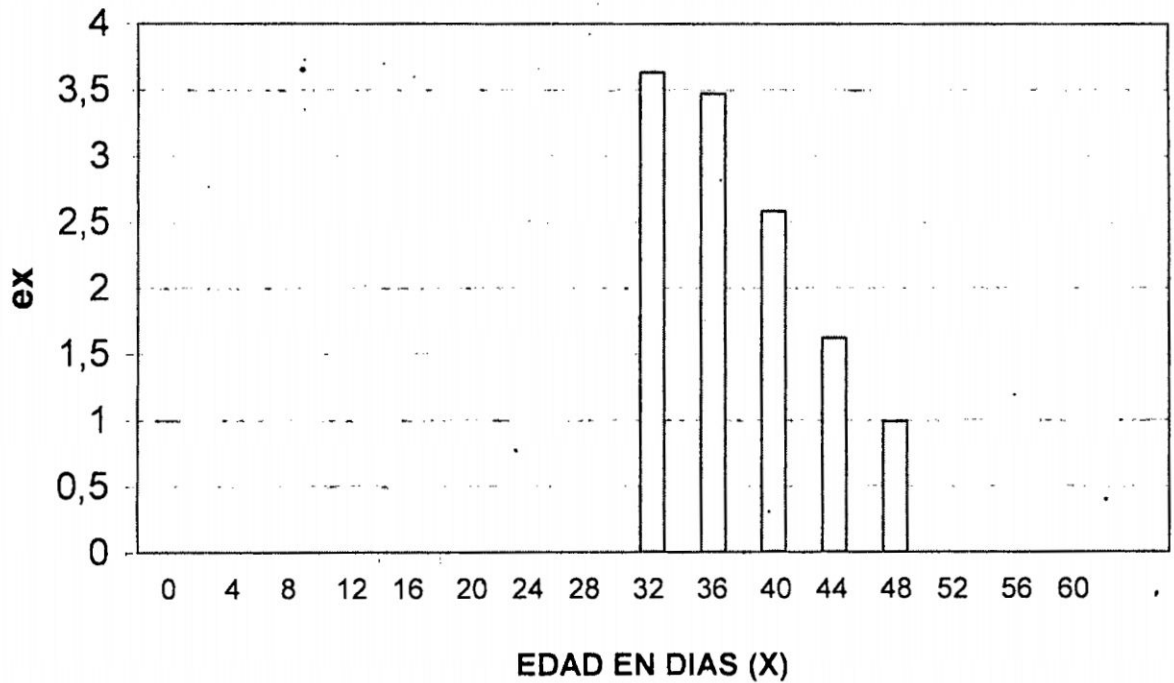


FIGURA 3.8: Curva de mortalidad para ninfas-II del *Dactylopius coccus*.

En el cuadro 3.6 se muestra la cantidad de cochinillas N-II muertas cada cuatro días durante su desarrollo y además el % de mortalidad que representa del total de la población muerta. Con estos datos se ha elaborado la Fig. 3.8.

La mayor mortalidad se produjo al inicio del desarrollo de la cochinilla de N-II, muriendo 16 cochinillas que representa al 47 % de la mortalidad total. Luego la mortalidad disminuye significativamente, mueren en promedio 1 a 2 cochinillas, pero a los 12 días de iniciado su desarrollo se produjo otra alta mortalidad equivalente a 14 cochinillas que representa al 41% de la mortalidad total. Finalmente la última fecha donde se registra N-II la mortalidad fue mínima (3%) esto como consecuencia de una escasa población presente.



**FIGURA 3.9:** Esperanza de vida de la cochinilla del carmín. Ninfa – II *Dactylopius coccus*. Laboratorio, Ayacucho.

Estos datos confirman lo señalado en la curva de sobrevivencia y fundamentalmente se les atribuye al fenómeno de muda donde todos los insectos se encuentran más vulnerables a la acción adversa del medio ambiente.

En la figura 3.9 se muestra la esperanza de vida de la cochinilla N-II. A medida que desarrolla va disminuyendo su esperanza de vida entre otras razones por cuanto se va acercando más el final de su desarrollo. La esperanza de vida está expresada cada cuatro días por lo cual los valores mostrados deben ser multiplicados por cuatro, con la finalidad de estimar su valor en días. Al inicio la esperanza de vida es de 14 a 15 días luego decrece a 10 y 6 días para finalmente tener 4 días de esperanza de vida.

Se concluye que es necesario buscar métodos de protección de la N-II al inicio de su desarrollo. Por otro lado se estima que el 55% de la población que inicio como N-II termina su desarrollo en este estadio.

### 3.1.4 Tabla de Vida para cocones de *Dactylopius coccus*.

Siguiendo la metodología propuesta por Ravinovich (1978) y por Sánchez (1994) se reordena los datos obtenidos tal como se muestra en el anexo 9, considerando la

**CUADRO 3.7: Tabla de vida especifica para cocones. *Dactylopius coccus* en condiciones de laboratorio, Ayacucho**

x (Días)	nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
0							
4							
8							
12							
16							
20							
24							
28							
32							
36							
40	30	1.000	3	0.100	28.5	120.0	4.00
44	27	0.900	3	0.111	25.5	91.5	3.39
48	24	0.800	1	0.042	23.5	66.0	2.75
52	23	0.767	0	0.000	23.0	42.5	1.85
56	23	0.767	7	0.304	19.5	19.5	0.85
60	16	0.533					
64							

x = Edad

nx = Número de sobrevivientes

lx = Sobrevivientes al inicio de cada edad

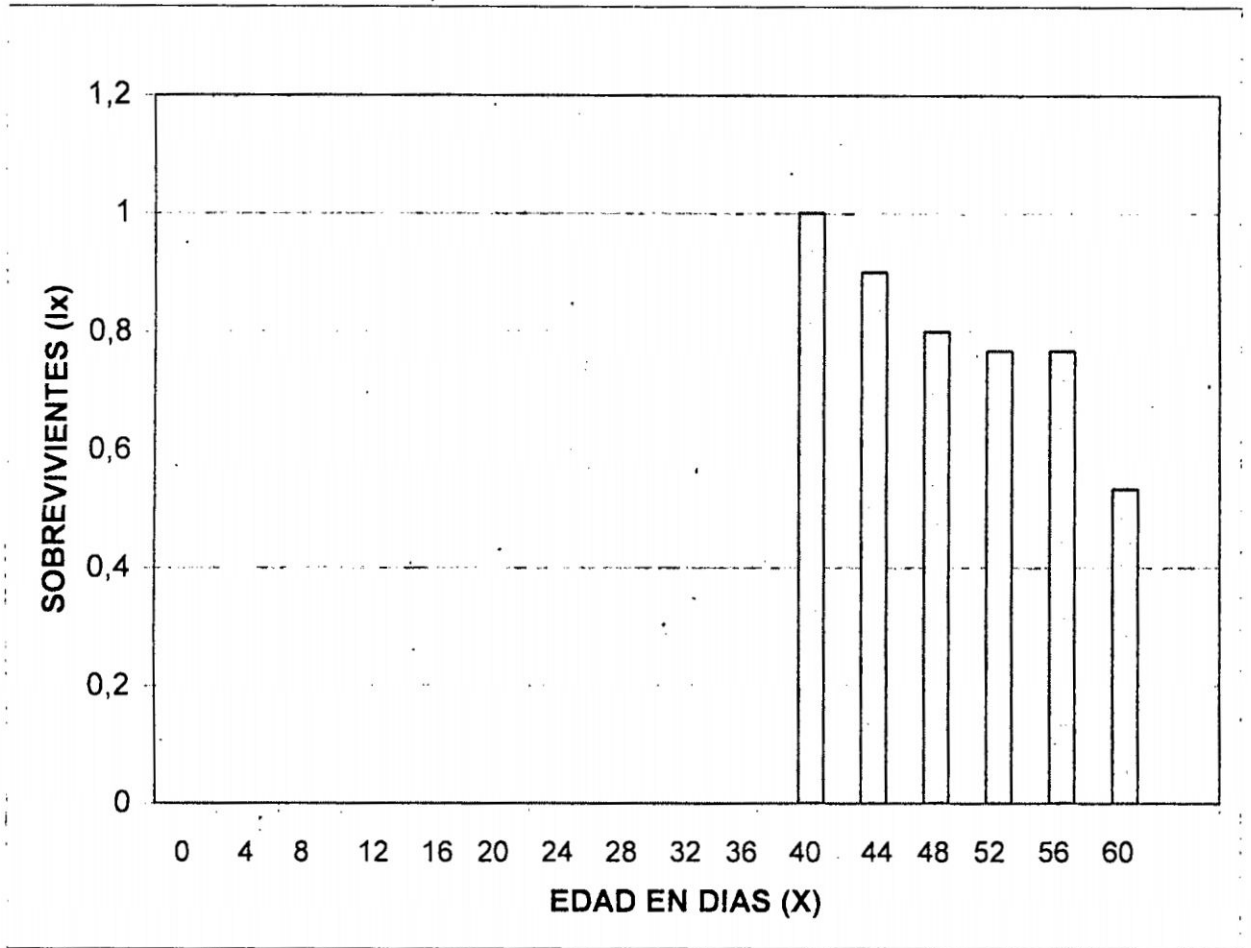
dx = Muertos entre intervalos de edad

qx = Índice de mortalidad entre intervalos

Lx = Promedio de individuos vivos entre intervalos de edad

Tx = Suma de Lx desde el intervalo

ex = Esperanza promedio de vida



**FIGURA 3.10: Curva de sobrevivencia para Cocones del *Dactylopius coccus***

descendencia máxima producida por la cochinilla en cada cladodio, para finalmente ir restando los muertos registrados en cada edad de desarrollo. Con el promedio de cochinillas registradas en diez cladodios, en cada edad de desarrollo se elabora la Tabla de Vida para la especie (cuadro 3.7)

En la figura 3.10 se muestra la curva de sobrevivencia para los cocones. Donde se puede observar que el estado de cocón empieza a los 40 días de iniciado la oviposición, hasta los 60 días, fecha en que todos los cocones (machos) emergen y se convierten en voladores. El ciclo de este estado es igual a 20 días.

La mayor sobrevivencia de cocones ocurre entre los 48 a 56 días. Esta fecha coincide con la mitad del tiempo de desarrollo de este estado.

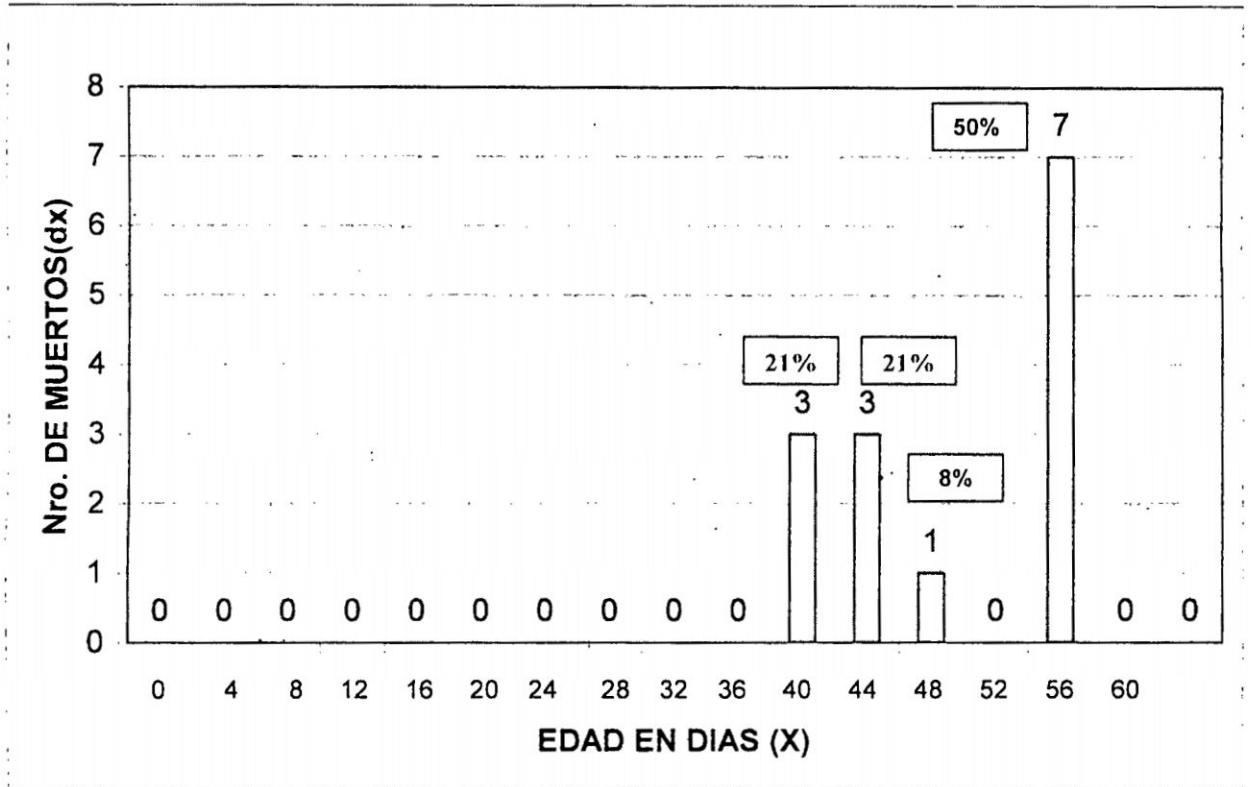
La menor sobrevivencia ocurre entre los 56 y 60 días de iniciado el desarrollo de la cochinilla, es decir al final de su desarrollo. También ocurre en los primeros 8 días una

**Cuadro 3.8: Porcentaje de mortalidad de cocones**

<b>x (Días)</b>	<b>dx</b>	<b>% de mortalidad</b>
0		
4		
8		
12		
16		
20		
24		
28		
32		
36		
40	3	21.4
44	3	21.4
48	1	7.2
52	0	0.0
56	7	50.0
64	14	100

x = Edad

dx = Muertos entre intervalos de edad.



**FIGURA 3.11: Curva de mortalidad para cocones del *Dactylopius coccus*.**

menor sobrevivencia, el 20 % de las pupas (cocones) mueren en este lapso.

En conclusión al inicio y al final del estado de cocón la sobrevivencia es menor mientras que la sobrevivencia a la mitad del desarrollo es mayor. La razón de estas mortalidades también es atribuida al proceso de muda de N-II a cocón y de cocón a adulto.

En la figura 3.11. Se muestra la curva de mortalidad de los cocones durante su desarrollo. La mayor mortalidad registrada en este estado, se produce a los 56 días de iniciado el desarrollo de la cochinilla, con el 50% del total de la mortalidad. La segunda mayor mortalidad acontece a los 40 y 44 días, registrándose al 42.8 % del total de la

mortalidad registrada. Estas evaluaciones coinciden con los primeros días de desarrollo del cocón y su transformación en adulto.

Al término del desarrollo del cocón se registra que sobreviven 16 individuos de los 30 que iniciaron, es decir el 53.3% llega a completar su desarrollo.

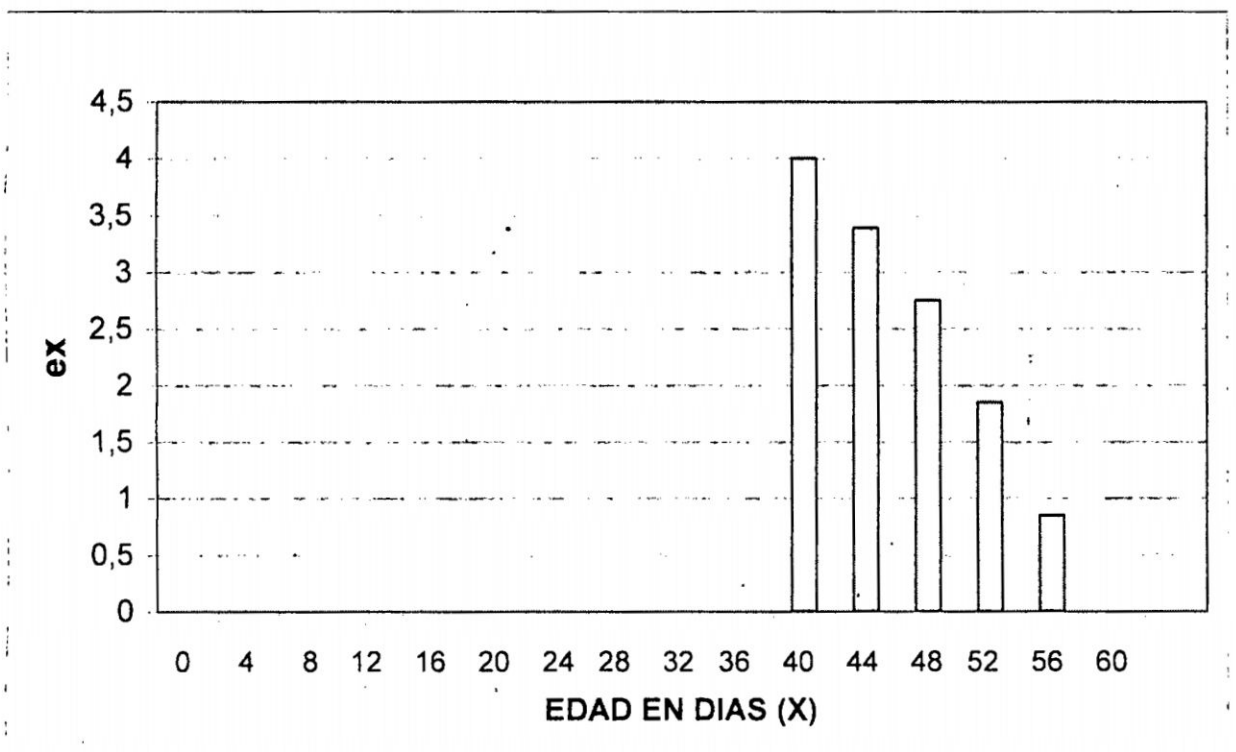


FIGURA 3.12: Esperanza de vida para cocones del *Dactylopius coccus*. Laboratorio, Ayacucho.

En la figura 3.12 se muestra la esperanza de vida de los cocones. Los primeros cocones tienen una esperanza de vida de 16 días, seguido de los cocones con 4 días de vida que tienen una esperanza de vida de 14 días y así sucesivamente disminuyendo la

esperanza de vida hasta 3.4 días, que coincide con la finalización de su desarrollo a los 16 días de iniciado su desarrollo.

### 3.1.5 TABLA DE VIDA PARA ADULTAS DE *Dactylopius coccus*.

En el Anexo 10, se muestra el desarrollo de la cochinilla adulta en 10 cladodios, estos datos están ordenados en una Tabla de Vida mostrada en el cuadro 3.9. De la tabla de Vida se ha escogido el parámetro sobrevivencia ( $lx$ ), mortalidad ( $dx$ ) y esperanza de vida ( $ex$ ) para fines de estudio de la cochinilla adulta.

En la figura 3.13 se observa la curva de sobrevivencia para la cochinilla adulta. La cochinilla llega a ser adulta a los 48 días de iniciada la oviposición y culmina su desarrollo a los 108 días, fecha en que todas las cochinillas mueren. El estado de adulta se desarrolla en un lapso de 60 días.

Con la finalidad de explicar lo acontecido durante el tiempo de desarrollo de la cochinilla adulta, esta se divide en dos etapas una comprendida desde los 48 a 64 días de iniciado el desarrollo y otra que va de 64 a 108 días. En la primera etapa de 16 días de desarrollo, la hembra adulta sobrevive cada vez menos hasta llegar al 77% de sobrevivencia. Posteriormente en la segunda etapa a partir de los 68 días acontece la mayor sobrevivencia de las cochinillas adultas, esto debido a que la mortalidad se reduce a cero, para finalmente a los 108 días de iniciado su desarrollo morir el 100% de las cochinillas. La muerte de las hembras es relativamente abrupta, acontece en un corto tiempo de aproximadamente cuatro días. Esto es común en los insectos y se produce casi inmediatamente de culminada la oviposición.



CUADRO 3.9: Tabla de vida específica para adultas. *Dactylopius coccus* en condiciones de laboratorio, Ayacucho

x (Días)	nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
0							
4							
8							
12							
16							
20							
24							
28							
32							
36							
40							
44							
48	39	1.000	4	0.103	37.0	478.5	12.27
52	35	0.897	2	0.057	34.0	441.5	12.61
56	33	0.846	2	0.061	32.0	407.5	12.35
60	31	0.795	1	0.032	30.5	375.5	12.11
64	30	0.769	0	0	30.0	345.0	11.5
68	30	0.769	0	0	30.0	315.0	10.5
72	30	0.769	0	0	30.0	285.0	9.5
76	30	0.769	0	0	30.0	255.0	8.5
80	30	0.769	0	0	30.0	225.0	7.5
84	30	0.769	0	0	30.0	195.0	6.5
88	30	0.769	0	0	30.0	165.0	5.5
92	30	0.769	0	0	30.0	135.0	4.5
96	30	0.769	0	0	30.0	105.0	3.5
100	30	0.769	0	0	30.0	75.0	2.5
104	30	0.769	0	0	30.0	45.0	1.5
108	30	0.769	30	1	15.0	15.0	0.5
112	00						0.0

x = Edad

nx = Número de sobrevivientes

lx = Sobrevivientes al inicio de cada edad

dx = Muertos entre intervalos de edad

qx = Índice de mortalidad entre intervalos

Lx = Promedio de individuos vivos entre intervalos de edad

Tx = Suma de Lx desde el intervalo

ex = Esperanza promedio de vida

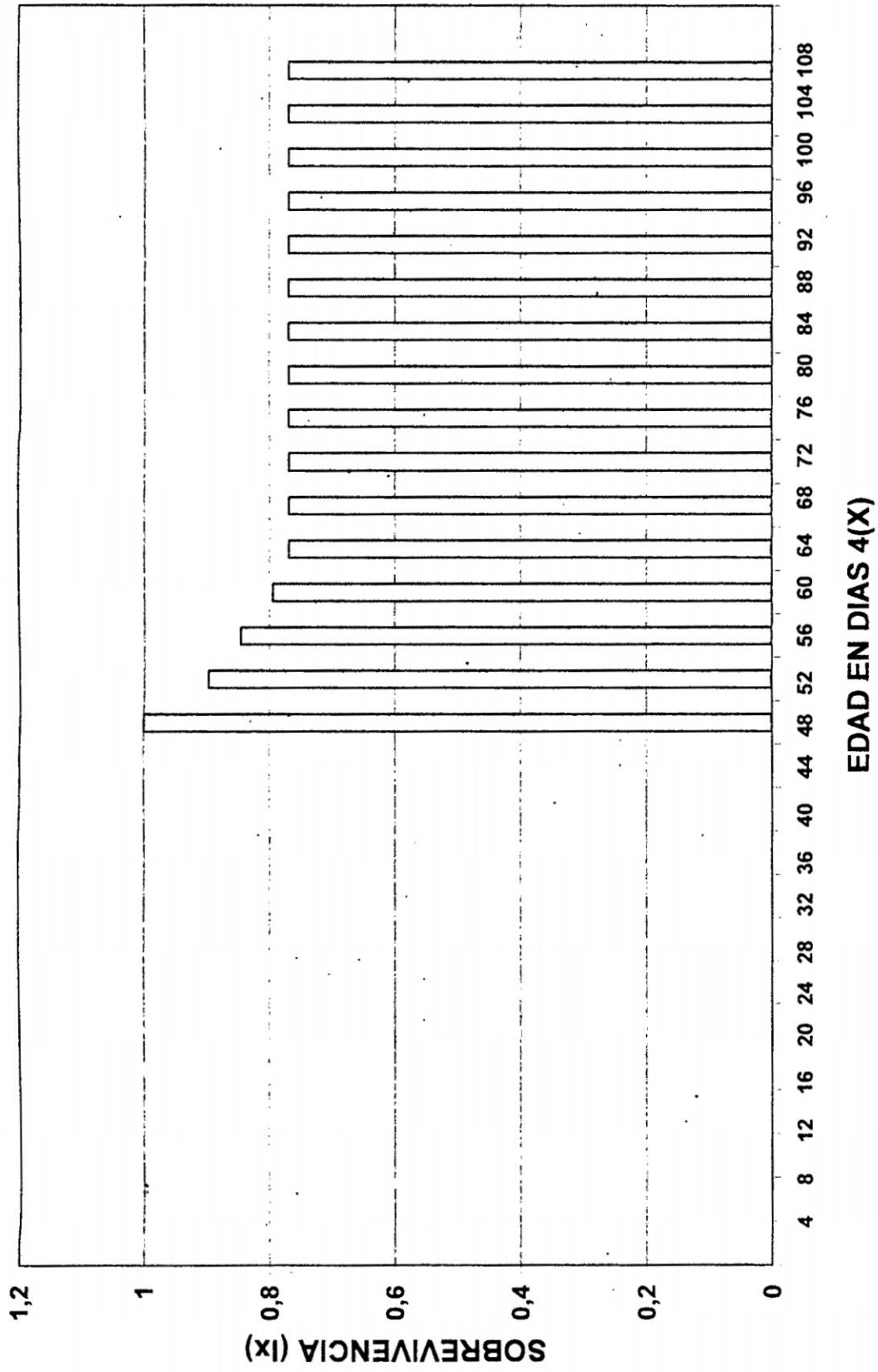


FIGURA 3.13: Curva de sobrevivencia para adultas del *Dactylopius coccus*

Al inicio de su desarrollo las cochinillas hembras adultas mueren debido al proceso de muda ya explicado anteriormente en otros estados de desarrollo. Endurecido el exoesqueleto, la cochinilla adulta afronta con éxito los factores medio ambientales adversos acaecidos en el laboratorio.

En la figura 3.14 está graficado la curva de mortalidad de la cochinilla adulta. A los 108 días de iniciado el desarrollo ocurrió mortalidad natural por vejez de 30 cochinillas, que equivale al 77% de la mortalidad total registrada.

Entre los 48 y 60 días murieron 9 cochinillas que equivale al 23% de los especímenes que iniciaron el desarrollo en este estado. De allí para adelante entre los 64 a 108 días no ocurre muerte alguna. La mortalidad registrada en los primeros 8 días como adulta, se debe al proceso de muda, proceso en la cual la cochinilla es más vulnerable a los factores adversos del medio ambiente.

A medida que transcurre el tiempo la mortalidad de la cochinilla adulta disminuye hasta llegar a ser cero, para finalmente morir en su totalidad por vejez. Todo esto corrobora lo explicado cuando se hizo el análisis de la curva de sobrevivencia.

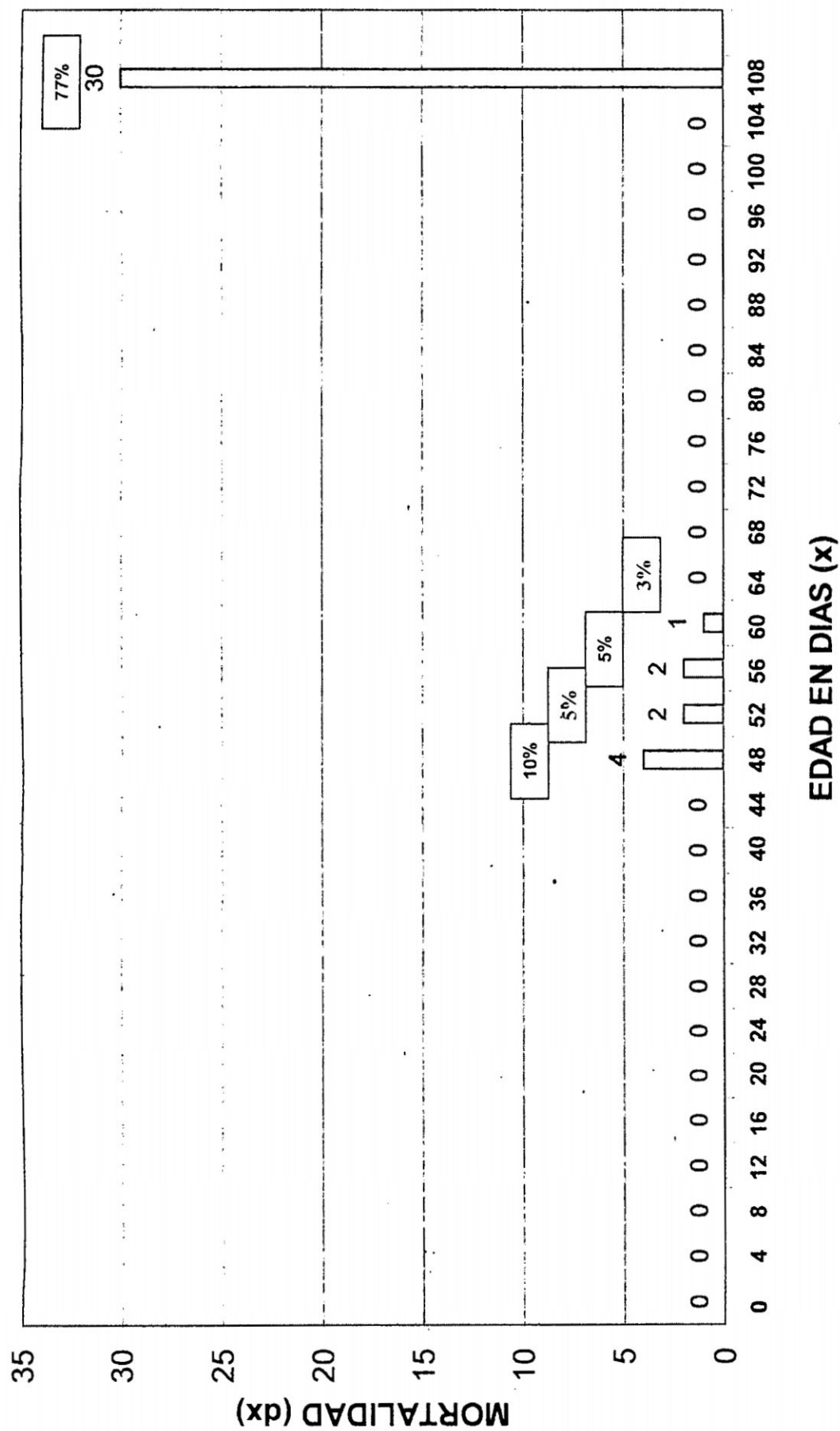


FIGURA 3.14: Curva de mortalidad para adultas del *Dactylopius coccus*.

Cuadro 3.10: Porcentaje de mortalidad de adultas

X(días)	dx	% de mortalidad
0		
4		
8		
12		
16		
20		
24		
28		
32		
36		
40		
44		
48	4	10.3
52	2	5.1
56	2	5.1
60	1	2.6
64	0	0.0
68	0	0.0
72	0	0.0
76	0	0.0
80	0	0.0
84	0	0.0
88	0	0.0
92	0	0.0
96	0	0.0
100	0	0.0
104	0	0.0
108	30	76.9
	<b>39</b>	<b>100.0</b>

x = Edad

dx = Muertos entre intervalos de edad.

En la figura 3.15 está graficada la esperanza de vida de la cochinilla adulta. En los primeros cuatro días de vida la esperanza de vida de la cochinilla se incrementó a 50.4 días. En los siguientes días la esperanza de vida disminuyó a

49.4 y 48.4 días, luego a los 16 días de convertida a adulta (64 días de vida) la esperanza de vida sigue disminuyendo pero en un valor constante, por cada día de vida disminuye un día la esperanza de vida. A los 108 días de vida la esperanza de vida es cero.

La curva inclinada indica que inexorablemente la cochinilla adulta a medida que transcurre el tiempo disminuye su esperanza de vida, debido a la proximidad cada vez más del fin de su ciclo de vida, que es gobernado fundamentalmente por los genes.

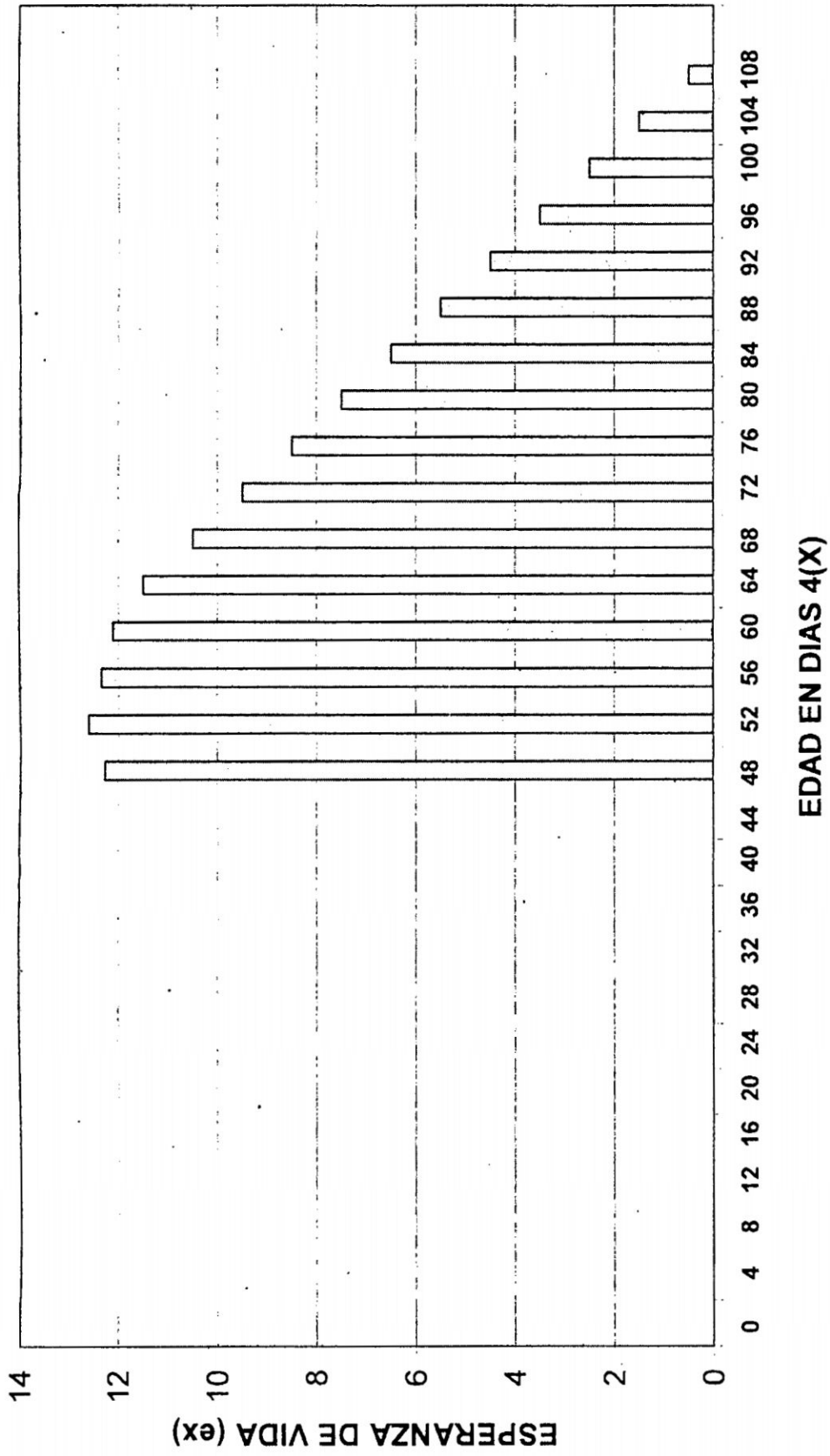


FIGURA 3.15: Esperanza de vida para adultas del *Dactylopius coccis*. Laboratorio, Ayacucho.

### **3.2 OTROS PARÁMETROS POBLACIONALES DE LA COCHINILLA DEL CARMÍN EN CONDICIONES DE LABORATORIO.**

La población, definida como grupo de organismos de la misma especie, que ocupa un lugar determinado, presenta características diversas las que, aunque se expresan de la mejor manera como funciones estadísticas, constituyen, la única posesión del grupo y no son características de los individuos en él. Algunas de estas propiedades son:

#### **3.2.1 Fecundidad**

Entendiéndose como natalidad a la producción de nuevos individuos que han sido producidos por la población, mientras que fecundidad se refiere al número de total de individuos que produce una hembra durante su vida (Rabinovich, 1978).

El cuadro 3.11 muestra la cantidad de huevos producidos por cada hembra de cochinilla del carmín, diferenciando los eclosionados y no eclosionados (infértiles o no viables), esto nos permite estimar la fecundidad de la especie en condiciones de laboratorio, teniendo en cuenta que la hembra ya no se alimenta.

Para las condiciones en que se desarrolló la cochinilla del carmín la tasa de fecundidad por hembra es de 152 huevos, de los cuales 134 eclosionan y 18 no llegan a eclosionar. Esto en términos de porcentajes representa que del 100% (152) de huevos el 88 % (134) eclosionan y el 12% (18) no eclosionan por factores medio ambientales y genéticos.

En promedio cada cochinilla tiene como reserva para la oviposición un total de 152 huevos, más aquellos huevos que no pudieron salir de la cochinilla madre

por estar esta muy débil para ovipositar; en la infestación artificial la madre ya no se alimenta de la sabia por estar roto su aparato bucal.

**CUADRO 3.11: Fecundidad por hembra de cochinilla del carmín en condiciones de laboratorio.**

	HUEVOS ECLOSIONADOS		HUEVOS NO ECLOSIONADOS		TOTAL
	N-I		HUEVOS		
CLADODIO	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	
1	59	79.72	15	20.27	74
2	168	82.75	35	17.24	203
3	66	72.52	25	27.47	91
4	134	93.05	10	6.94	144
5	228	96.61	8	3.38	236
6	104	85.95	17	14.04	121
7	152	89.41	18	10.58	170
8	166	90.71	17	9.28	183
9	142	93.42	10	6.57	152
10	125	83.33	25	16.66	150
<b>SUMAT.</b>	<b>1344</b>	<b>867.47</b>	<b>180</b>	<b>132.43</b>	<b>1524</b>
<b>PROM.</b>	<b>134.4</b>	<b>88.00</b>	<b>18.0</b>	<b>12.00</b>	<b>152</b>

### 3.2.2. Mortalidad relativa de la hembra cochinilla del carmín en condiciones de laboratorio. Ayacucho, Perú

En el cuadro 3.12 se muestra el resumen de la cantidad de huevos producidos, la cantidad de huevos no eclosionados y la cantidad de cochinillas que alcanzaron el estado de desarrollo hembra. Esto nos permite estimar la mortalidad relativa de la especie de cochinilla del carmín hembra. Del 100% de huevos ovipositados equivalentes a 152, eclosionan el 88% (134 huevos) y solo el 17.9% (30 huevos) llegan al estado de adulta. La mortalidad se debe a diversos factores ambientales adversos al crecimiento y desarrollo de la especie en condiciones de laboratorio.

**CUADRO 3.12: Supervivencia relativa de la hembra cochinilla del carmín en condiciones de laboratorio.**

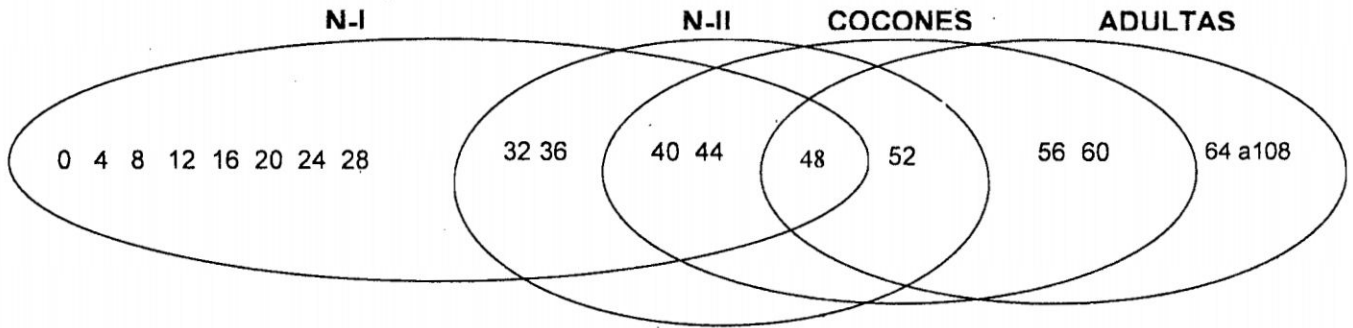
	Cladodios										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Total de huevos ovipositados	74	203	91	144	236	121	170	183	152	150	152
Huevos ovipositados eclosionados	59	168	66	134	228	104	152	166	142	125	134
Huevos que llegaron a la etapa adulta	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30

### 3.2.3 Traslape de las etapas de desarrollo de la cochinilla del carmín en condiciones de laboratorio.

En el cuadro 3.13 se muestran los tiempos de desarrollo que abarcaron cada etapa de desarrollo de la cochinilla del carmín. Se puede apreciar que el desarrollo no es homogéneo en el tiempo, existen subgrupos o individuos que desarrollan a velocidades distintas, ocasionando la superposición de cochinillas en diferentes etapas de desarrollo. El estado de huevo en la cochinilla dura en promedio 2 horas. Después de huevo el estadio de N-I se prolonga hasta los 48 días. Las N-II se inician a los 32 días y se prolongan hasta los 52 días. Los cocones inician su transformación a los 40 días y se prolonga hasta los 60 días. Las adultas inician su transformación a los 48 días y prolongan su vida hasta los 108 días.

**CUADRO 3.13: Cantidad de cochinillas vivas registradas durante su desarrollo, en condiciones de laboratorio**

X (días)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
Evaluaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
N-I	32	72	103	108	106	100	95	91	62	31	13	6				
N-II								7	26	46	55	40	10			
Cocones										6	14	21	12	10	2	
Adultas												2	26	30	28	27
Bruta	32	72	103	108	106	100	95	87	88	87	80	63	47	43	31	27



**FIGURA 3.16:** Traslape de los estados y estadios de desarrollo de la cochinilla del carmín en condiciones de laboratorio.

### 3.3. DISTRIBUCION DE LA COCHINILLA DEL CARMIN POR TERCIOS DE CLADODIO

#### 3.7.1. A los 25 días después de infestado el cladodio

Los presentes resultados se desarrollaron con el objetivo de estudiar la influencia de la sección (tercio del cladodio) en el establecimiento de la cochinilla.

Se ha encontrado significación estadística para la interacción de posición del cladodio por tercio de cladodio.

A fin de determinar exactamente en que tercio se estableció mayor cantidad de cochinilla se procede a las pruebas de contraste; en este caso se utiliza la prueba Duncan (Cuadro 3.14)

**CUADRO 3.14: Prueba de Duncan para la cantidad de cochinillas ninfas unos distribuidos por tercio de cladodios en posición normal.**

TERCIO CLADODIO	PROM. COCHINILLA	ALS (D) 0.05
1/3 SUPERIOR	45	a
1/3 MEDIO	30	a
1/3 INFERIOR	3.4	b

La posición normal del cladodio reporta que las cochinillas se establecen en mayor número en el tercio superior y medio que en el tercio inferior, en promedio en el tercio superior se ubicaron 45 cochinillas, en el tercio medio 30 cochinillas y en el tercio inferior 3 cochinillas.

La explicación de estos resultados se sustenta en que el cladodio dividido en tres partes presenta diferentes condiciones de hazienda para la cochinilla. La parte superior presenta mayor número de estomas en relación a la parte media e inferior; de la misma manera la parte media tiene mayor número de estomas que la inferior. Por tanto existe mayor probabilidad en la parte superior y media para que la cochinilla pueda anclar su aparato bucal.

El ápice del cladodio es un punto de crecimiento por tanto está constituida por tejidos más tiernos. A medida que se aleja del ápice del cladodio los tejidos son menos suculentos. Por tanto presta condiciones más adversas para el establecimiento de la cochinilla.

Hasta los 25 días en que se realiza el muestreo el 100% de las cochinillas son Ninfa I; recién a los 32 días se inicia la transformación en Ninfa II. En esta etapa móvil las N-I prefieren ubicarse en la parte superior y media; ciertamente con mayor preferencia en el tercio superior.

**CUADRO 3.15: Prueba de Duncan para la cantidad de cochinillas ninfas unos distribuidos por tercio de cladodio en posición invertida.**

TERCIO CLADODIO	PROM. COCHINILLA	ALS (D) 0.05
1/3 MEDIO	42.4	a
1/3 INFERIOR	37.0	a
1/3 SUPERIOR	7.6	b

El muestreo realizado a los 25 días en pencas invertidas reporta que no existe diferencia estadística en el establecimiento de Ninfa I entre el tercio medio e inferior. Pero si existe diferencia estadística en la distribución de Ninfa I entre el tercio medio – inferior y tercio superior. El tercio superior botánicamente es el tercio inferior del cladodio en este caso por estar invertido el cladodio con el ápice hacia abajo. Por lo tanto las cochinillas prefieren ubicarse siempre en el ápice del cladodio, por las consideraciones señaladas anteriormente.

### 3.7.2 A los 72 días después de iniciado el experimento.

Al finalizar el experimento y cuando las cochinillas se han transformado de Ninfas I (móviles) a adultas (sedentarias) se realizó un nuevo censo de distribución. Estos resultados nos servirán para estimar la sobrevivencia por tercio de cladodio.

**CUADRO 3.16: Prueba de Duncan para la cantidad de cochinillas adultas distribuidas por tercio de cladodios en posición normal.**

TERCIO CLADODIO	PROM. COCHINILLA	ALS (D) 0.05
1/3 SUPERIOR	20.0	a
1/3 MEDIO	15.2	a
1/3 INFERIOR	1.0	b

En el cuadro 3.16 se muestra la Prueba de Duncan para la cantidad de cochinillas adultas distribuidas por tercio de cladodio, en este caso el cladodio está en su posición normal, es decir con el ápice hacia arriba. No existe diferencia estadística entre el tercio superior y medio. Con un 95% de probabilidad existe diferencia del número de cochinillas adultas entre el tercio superior - medio y el tercio inferior.

**CUADRO 3.17: Prueba de Duncan para la cantidad de cochinillas adultas unos distribuidas por tercio de cladodios en posición invertida.**

TERCIO CLADODIO	PROM. COCHINILLA	ALS (D) 0.05
1/3 MEDIO	10.8	a
1/3 INFERIOR	6.8	a
1/3 SUPERIOR	2.4	a

En la evaluación hecha a los 72 días, en pencas invertidas no existe diferencia estadística entre los tercios del cladodio, es decir las cochinillas se distribuyeron estadísticamente igual en cantidad en los tres sectores del cladodio.

Estos resultados nos indica que las cochinillas del carmín prefieren ubicarse en el tercio medio y superior del cladodio, en menor grado en el tercio inferior. Pero se hace necesario realizar nuevos trabajos para confirmar esta tendencia, incluyendo el factor de luz e insolación, factores determinantes además del fisiológico del hospedero, en la ubicación final de la cochinilla del carmín en condiciones de campo.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados y discusión efectuados, bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento, se concluye:

1. La cochinilla del carmín desarrolló el estadio de Ninfa - I en 48 días, mientras la Ninfa - II en 20 días.
2. Entre los 8 y 36 días de vida la cochinilla del carmín Ninfa - I sobrevive menos, es decir la población disminuye más que entre las edades de 4 a 8 días y 36 a 44 días. La Ninfa - II sobrevive menos al inicio y al final de su desarrollo, en los primeros cuatro días y entre los 12 y 16 días de iniciado su transformación en N - II.
3. Del total de cochinillas originadas por una hembra, el 38% no llegan a culminar su desarrollo de Ninfa - I (culminando el 62%). En el caso de N - II no llegan a culminar su desarrollo el 46% (culminando el 54%).
4. La curva de mortalidad de la cochinilla Ninfa - I es cíclica, baja y sube cada 8 a 12 días. La misma tendencia acontece en el desarrollo de Ninfa - II.

5. La esperanza de vida para la Ninfa - I es de 36 días, mientras para la Ninfa - II es de 15 días. La esperanza de vida disminuye a medida que transcurre el tiempo de desarrollo, llegando a ser menor próximo a la muda.
6. Las cochinillas se inician como adulta a los 48 días de haber nacido, desarrollando en 60 días. Los cocones inician a formarse a 40 días de haber nacido como Ninfa - I, el tiempo de desarrollo es de hasta 20 días culminando con la emergencia del macho.
7. La menor sobrevivencia de la cochinilla adulta se produce en los primeros 8 días de desarrollo, luego la sobrevivencia es del 100% hasta el final de su desarrollo, donde muere por vejez. La misma tendencia se da en el desarrollo de los cocones.
8. El 77% de cochinillas adultas llegan a completar su desarrollo. El 46% de los cocones originan adultos machos, mientras la curva de mortalidad no es cíclica, es decreciente hasta cierto punto.
9. La esperanza de vida de la cochinilla del carmín adulta es de 51 días, mientras para el cocón es de 16 días.
10. La natalidad es de 152 huevos por hembra, de los cuales el 88% eclosionan a Ninfa - I, llegan a completar el desarrollo de Ninfa - II 75 individuos, de estos el 52% se transforman en cochinilla adulta y el 48% en cocones (pupas de macho adulto).
11. Sin considerar la influencia de la luz e insolación, la cochinilla del carmín Ninfa - I, prefiere establecerse más en el tercio superior y medio del cladodio de la tuna.

## 4.2 RECOMENDACIONES

1. Investigar la Tabla de Vida específica en ambiente controlado y natural, con la finalidad de fijar parámetros poblacionales e implementar técnicas de producción para reducir la mortalidad.
2. Determinar parámetros poblacionales de la cochinilla en relación al hospedante (cladodio), para así determinar la capacidad de carga en producción intensiva.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación "Tabla de Vida de *Dactylopius coccus* (cochinilla del carmín) en condiciones de laboratorio. Pampa de Arco a 2,750 msnm., Ayacucho". Presentado por el Bachiller Jorge Luis Huacachi Cama de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, se llevó a cabo en los laboratorios de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias - Ciudad Universitaria Los Módulos entre los meses de enero a mayo de 1994. Los objetivos fueron: 1) Establecer bajo condiciones de laboratorio la Tabla de Vida Específica de la cochinilla del carmín 2) Estudiar la influencia de la sección del cladodio en el establecimiento de la cochinilla.

Para alcanzar el primer objetivo se instaló 10 cladodios en dos soportes horizontales de madera, las cuales fueron sostenidas por cuatro soportes universal.

Una vez seleccionado los cladodios se procedió a su limpieza y luego a delimitar con lapicero carriles en ambas caras de la penca, tomando como referencia la distribución de las espinas.

Dichos carriles ayudaron en el conteo de las cochinillas en sus diferentes estados y estadios de desarrollo. También se dividió el cladodio en tres tercios para experimentar la ubicación inicial de N-I y la ubicación final de las cochinillas adultas.

Luego haciendo uso de ganchos de alambre se colgaron las pencas en forma alternada, teniendo en cuenta la posición del ápice del cladodio entre normales e invertidas, quedando al final 5 pencas en posición normal y 5 pencas invertidas.

Realizada la infestación se pusieron en el piso cartulinas negras debajo de las pencas, las cuales estuvieron selladas en el borde con vaselina para evitar el escape de las Ninfa-I desprendidas.

Las evaluaciones fueron efectuadas cada 4 días. Se contó el número de huevos, N-I, N-II, cocones y adultas a medida que desarrollo la cochinilla.

El conteo e identificación de los estados de desarrollo se hizo minuciosamente con la ayuda de un estereoscopio debidamente acondicionado que permitió examinar el cladodio en forma horizontal y evitar la muerte de estas por aplastamiento.

Las observaciones fueron anotadas en cartillas previamente diseñadas donde se registraron: la fecha, número de cladodio, cara del cladodio, número del carril en el cladodio, cantidad de N-I, vivas, muertas y desprendidas, del mismo modo con respecto a la N-II, cocones y adultas, carril por carril del cladodio. El registro no fue hecho con números sino mediante símbolos y colores por ejemplo de hallar 3 cochinillas N-I se representan por III y luego si son N-II se representaba con III pero de color rojo: esto nos permitió hacer seguimiento del desarrollo de la población cochinilla por cochinilla.

Una vez culminado el experimento se procedió a tabular los datos en el mismo formato pero esta vez en forma numérica.

Posteriormente los datos fueron tabulados mediante el formato que se muestra en el cuadro 3.1 donde se registró la sumatoria de las cochinillas de las dos caras del cladodio.

Finalmente se construyeron las tablas de vida horizontal de la cochinilla del carmín, bruta y específica. Siguiendo la metodología propuesta por Ravinovich (1978) y por Sánchez (1994) se reordena los datos obtenidos tal como se muestra en el anexo 6, considerando la descendencia máxima producida por la cochinilla en cada cladodio, para finalmente ir restando los muertos registrados en cada edad de desarrollo. Con el promedio de cochinillas registradas en diez cladodios, en cada edad de desarrollo se elabora la Tabla de Vida Bruta para la especie (cuadro 3.1). Los parámetros útiles de la Tabla de Vida para el presente estudio son: Supervivencia ( $dx$ ), Mortalidad ( $qx$ ), y la Esperanza de vida ( $ex$ ).

Para alcanzar el segundo objetivo de estudiar la influencia de la sección del cladodio en el establecimiento de la cochinilla, se planteó el Diseño Bloque Completo Randomizado con 5 repeticiones. Para ello se colgaron 5 pencas en posición normal y 5 invertidas.

Los cladodios fueron divididos en tres tercios e infestados en el 1/3 medio, con un oviplena.

A 25 días de iniciado del experimento se realizó el conteo de Ninfas-I con la ayuda de un estereoscopio; en los tercios tanto de pencas en posición normal como invertida. Para realizar un conteo ordenado y disminuir el margen de error en las pencas se trazó carriles. De igual modo se realizó un conteo de cochinillas adultas al finalizar el experimento.

Los resultados de la Tabla de Vida Bruta son:

La mayor sobrevivencia de la cochinilla en todo su ciclo de vida ocurre cuando alcanza el estado de adulta desde 64 a 108 días. Con una sobrevivencia del 100%.

La menor sobrevivencia sucede desde 44 a 60 días de vida. Siendo la etapa más vulnerable el periodo final de desarrollo de N-I y N-II.

Entre 44 y 56 días de vida mueren el 33% del total de cochinillas.

El panorama general de la mortalidad del ciclo de vida de la cochinilla tiene un comportamiento cíclico y con tendencia ascendente. Se presenta una mayor mortalidad cada 12 días de vida hasta los 60 días.

No se produce mortalidad en el estado adulto de 60 a 108 días.

Los mayores porcentajes de mortalidad en una crianza de cochinilla en ambiente controlado se producen en las últimas etapas de vida de N-I y N-II.

En promedio el 22.5% de las N-I llegan a ser adultas; aconteciendo una mortalidad total de 77.5% por vejez.

La curva de esperanza de vida en función a la edad es del tipo decreciente hasta los 44 días; luego incrementa la esperanza de vida hasta los 60 días, para luego disminuir de una manera homogénea hasta los 112 días.

En la interacción de Posición por Tercio realizada a los 25 días de iniciado el experimento. La posición de cladodio normal reporta, que no existe diferencia estadística en el establecimiento de N-I en el tercio superior y medio. Pero si existe diferencia estadística en el establecimiento de N-I entre el tercio superior-medio y el tercio inferior.

El muestreo realizado a los 25 días en pencas invertidas reporta que no existe diferencia estadística entre el establecimiento de N-I en el tercio medio e inferior.

Pero si existe diferencia estadística en la distribución de N-I entre el tercio medio – inferior y tercio superior.

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos en pencas en posición normal se concluye en lo mismo; las N-I se establecen en su mayoría en los tercios de mayor número de estomas y células más suculentas.

El muestreo realizado a los 72 días en pencas en posición normal, no existe diferencia estadística entre tercio superior y medio. Con un 95% de probabilidad existe diferencia del número de cochinillas adultas entre el tercio superior - medio y el tercio inferior.

En la evaluación hecha a los 72 días, en pencas invertidas no existe diferencia estadística entre los tercios.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. PALOMINO, M. R. Y NAVARRO A. W. (1988), El Cultivo de la tuna y la propagación de la cochinilla. PROFEL. Ayacucho.
2. ANDREWARTHA, H. G. (1973), Introducción al Estudio de las Poblaciones Animales. Edit. Alhambra S.A. Primera Edición Madrid – España. 332pp.
3. BARRANTES DEL AGUILA, F.L. (1996), Aspectos Epifitológicos y control de la tuna (*Opuntia ficus indica*). 1er Seminario Internacional de la cochinilla. Ayacucho-Perú.
4. ANDIA MANCILLA, A. (1991), Dinámica de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa), en infestaciones artificiales en la comunidad campesina de Santa Rosa de Huatatas a 2640 m.s.n.m. UNSCH - Ayacucho.
5. LEÓN QUISPE, RAMOS. (1981), Ciclo Biológico de la Cochinilla del Cactus (*Dactylopius coccus*. Costa) en diferentes épocas del año y en tres pisos altitudinales en Ayacucho.
6. VARGAS GASTELÚ, F. (1988), Biología de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus*. Costa) Bajo condiciones de laboratorio en Pampa del Arco. 2750 m.s.n.m. Ayacucho.
7. ROMANI PEREZ, M. (1990), Evaluación de la producción de frutos y cladodios de estación por cladodios de 24 meses de edad en tunales (*Opuntia ficus Indica*) en seco y en condiciones de Atoq pampa. 2750 m.s.n.m. Ayacucho.
8. KREBS, J. C. (1985), Ecología Estudio de la Distribución y Abundancia. Edit. Harla S.A: México. 753pp.
9. ODUM, E. P. (1985), Fundamentos de Ecología, Primera edición, Editorial Interamericana S.A. México. 422pp.
10. MARIN, R. (1986), Factores que deben considerarse en la Producción de la cochinilla del Carmín (*Dactylopius coccus*. Costa), en ambientes mejorados. 1er Congreso Nacional de la Tuna y Cochinilla. Ayacucho. 34pp.

11. RAVINOVICH, J. (1986), Ecología de Poblaciones Animales. Secretaria general de la O.E.A. Washington. 114pp.
12. JERI, CH. A. (1989), Influencia de los Protectores de Polietileno coloreados en la propagación de la cochinilla (*Dactylopius coccus*. Costa) en época lluviosa, Santa Rosa de Huatatas, 2650 m.s.n.m. UNSCH – Ayacucho.
13. QUISPE, L. (1981), Ciclo Biológico de la Cochinilla del Cactus (*Dactylopius coccus*. Costa), en diferentes épocas del año y en tres pisos altitudinales en Ayacucho-UNSCH. 74pp.
14. FLORES, F. V. (1995), Crianza de la cochinilla en Sudamérica. Ponencia Magistral en México. 17pp.
15. FLORES, F. V. (1995), Bioecología de la cochinilla del Carmín (*Dactylopius coccus*. Costa). Ayacucho 17pp.
16. SANCHEZ V, G.A. (1994) Ecología de Insectos.UNALM. Departamento de Entomología. Lima Perú.
17. VARGAS, G. F. (1988), Biología de la cochinilla del carmín (*dactylopius coccus*. Costa), bajo condiciones de laboratorio en Pampa de Arco. 2750 m.s.n.m. Ayacucho – UNSCH.

## ANEXO

## Anexo 1: Desarrollo de Ninfas - I

Etapas	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
Valuaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Adodio 1	24	36	42	53	47	43	41	39	28	20	11					
Adodio 2	59	120	156	150	145	140	140	109	86	54	16	2				
Adodio 3	29	48	49	45	41	36	33	35	19	14						
Adodio 4	31	78	106	93	92	83	78	74	44	25	7					
Adodio 5	36	103	154	176	176	171	159	154	96	47	17	9				
Adodio 6	14	38	57	68	70	74	67	62	53	39	16					
Adodio 7	38	67	109	127	127	122	119	116	71	15	14					
Adodio 8	31	92	143	146	135	119	110	107	75	37	11	0	0	0	0	0
Adodio 9	19	55	102	119	119	116	116	123	87	54	18	0	0	0	0	0
Adodio 10	35	86	116	107	104	95	90	87	64	9	7	0	0	0	0	0

## Anexo 2: Desarrollo de Ninfas - II

Etapas	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
Valuaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Adodio 1									5	12	18	16	5			
Adodio 2								19	39	55	78	49	17			
Adodio 3									14	19	27	23	9	5		
Adodio 4								3	25	41	49	40	5			
Adodio 5								6	54	93	100	78	34	17		
Adodio 6									6	18	34	21	5	1		
Adodio 7									44	62	62	44	10	2		
Adodio 8									13	45	68	45	1	1		
Adodio 9								1	34	55	58	42	11	8		
Adodio 10									21	62	56	42	4			

## Anexo 3: Desarrollo de Cocones

Días	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
Evaluaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
lado 1										1	2	3	7	3	1	
lado 2										8	20	38	19	17		
lado 3												3	4	4		
lado 4										2	7	9	3	4		
lado 5										4	19	23	2	3	2	
lado 6											6	23	24	11		
lado 7										18	28	35	31	32		
lado 8											2	15	13	12		
lado 9										3	35	46	8	9		
lado 10										6	9	14	6	6		

## Anexo 4: Desarrollo de Adultas

Días	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
Evaluaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
lado 1													6	9	6	6
lado 2												1	34	46	43	42
lado 3												1	14	18	21	21
lado 4													31	30	30	30
lado 5												4	47	61	72	72
lado 6													15	17	11	10
lado 7													15	20	18	18
lado 8												2	41	40	27	24
lado 9												1	20	23	26	26
lado 10													32	37	26	25



**Anexo 6: Cantidad de cochinillas *Dactylopius coccus* reordenadas para elaborar la Tabla de Vida Bruta. Laboratorio, Ayacucho**

MUESTREO	EDAD											PROM.
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
0	0	59	168	66	134	228	104	152	166	142	125	134.4
1	4	59	168	66	134	228	104	152	166	142	125	134.4
2	8	58	168	54	131	223	103	150	165	142	123	131.7
3	12	58	164	53	124	216	95	145	159	138	116	126.8
4	16	53	157	49	102	204	91	135	146	130	107	117.4
5	20	47	152	45	96	192	89	135	135	130	104	112.5
6	24	43	147	40	87	178	79	128	119	127	95	104.3
7	28	41	147	36	82	166	67	125	110	126	90	99.0
8	32	39	135	35	81	161	62	121	107	126	87	95.4
9	36	33	125	33	69	150	59	115	88	121	85	87.8
10	40	33	117	33	68	144	57	107	82	112	77	83.0
11	44	31	114	27	63	136	56	104	81	111	72	79.5
12	48	19	90	27	49	114	44	79	62	86	56	62.6
13	52	18	70	27	39	82	42	56	55	40	42	47.1
14	56	12	63	27	34	80	27	54	48	40	41	42.6
15	60	7	43	21	30	74	9	50	25	26	26	31.1
16	64	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
17	68	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
18	72	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
19	76	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
20	80	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
21	84	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
22	88	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
23	92	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
24	96	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
25	100	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
26	104	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
27	108	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2
28	112	6	42	21	30	72	8	50	22	26	25	30.2

C = Cladodio

**Anexo 7: Cantidad de cochinillas *Dactylopius coccus* reordenadas para elaborar la Tabla de Vida de Ninfas-I. Laboratorio, Ayacucho**

MUESTREO											PROMEDIO
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
0	59	168	66	134	228	104	152	166	142	125	134.4
1	59	168	66	134	228	104	152	166	142	125	134.4
2	58	168	54	131	223	103	150	165	142	123	131.7
3	58	164	53	124	216	95	145	159	138	116	126.8
4	53	157	49	102	204	91	135	146	130	107	117.4
5	47	152	45	96	192	89	135	135	130	104	112.5
6	43	147	40	87	178	79	128	119	127	95	104.3
7	41	147	36	82	166	67	125	110	126	90	99.0
8	39	135	35	82	161	62	121	108	126	87	95.6
9	33	125	33	70	150	59	115	86	121	85	87.7
10	33	119	33	69	148	57	115	82	115	80	85.1
11	31	118	27	65	143	56	115	81	115	80	83.1
12	21	115			140	55			113	76	
13											
14											
15											
16											

C = Cladodio

**Anexo 8: Cantidad de cochinillas *Dactylopius coccus* reordenadas para elaborar la Tabla de Vida de Ninfas-II. Laboratorio, Ayacucho**

MUESTREO											PROMEDIO
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8		80		55	107			70	63		75.0
9	18	80	27	55	107	34	72	70	63	65	59.1
10	18	78	27	55	103	34	65	68	60	62	57
11	18	78	27	54	100	34	63	68	59	58	55.9
12	16	57	27	40	83	23	44	44	39	48	42.1
13	16	56	27	40	79	23	43	43	34	44	40.5
14		53	27		78	23	41	41	34		42.4
15			25								
16											

C = Cladodio

**Anexo 9: Cantidad de cochinillas *Dactylopius coccus* reordenadas para elaborar la Tabla de Vida de Cocones. Laboratorio, Ayacucho**

MUESTREO											PROMEDIO
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10	8	38		12	26		56		50	19	29.9
11	8	36		12	26	24	55	16	50	18	27.2
12	8	36	4	12	24	24	49	16	47	16	23.6
13	8	33	4	12	24	24	49	161	47	16	23.3
14	7	33	4	12	24	24	49	16	47	15	23.1
15	7				24						15.5
16											

C = Cladodio

**Anexo 10: Cantidad de cochinillas *Dactylopius coccus* reordenadas para elaborar la Tabla de Vida de Adultas. Laboratorio, Ayacucho**

MUESTREO											PROMEDIO
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12	11	56	21	36	83		25	50	33		39.4
13	10	54	21	35	77	18	21	46	31	37	35.0
14	9	50	21	30	77	18	21	40	31	37	33.4
15	6	43	21	30	72	11	18	27	26	26	31.0
16	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
17	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
18	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
19	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
20	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
21	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
22	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
23	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
24	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
25	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
26	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
27	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4
28	6	42	21	30	72	10	18	24	26	25	30.4

C = Cladodio

## ANEXO 11: ANVA GENERAL

POSICION TERCIO	NORMAL			INVERTIDA			BLOQUE
	1/3 I	1/3 M	1/3 S	1/3 I	1/3 M	1/3 S	
I	2	24	39	26	34	2	127
II	2	17	19	63	36	7	144
III	1	15	15	24	63	14	132
IV	10	45	67	55	34	9	220
V	2	49	86	17	45	6	205
<b>SUMATORIA</b>	17	150	226	185	212	38	828
<b>PROMEDIO</b>	3.4	30	45.2	37	42.4	7.6	27.6

## ANVA

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
<b>BLOQUE</b>	4	1,266.2	316	1.06	2.87	NS
<b>POSICIÓN (P)</b>	1	58.8	58.8	0.197	4.35	NS
<b>TERCIO (T)</b>	2	1,301.6	650.8	2.18	3.49	NS
<b>(P) X (T)</b>	2	6,682.4	33414.2	11.207	3.49	*
<b>ERROR</b>	20	5,962.2	298.11			
<b>TOTAL</b>	29	15,271.2				

CV = 62.6 %

## INTERACCIÓN P X T (a 25 días N – I)

## A) P en T

	NORMAL	INVERTIDO	GL	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
1/3 I	17	185	1	2822.4	2822.4	9.46	4.35 - 8.10	**
1/3 M	150	212	1	384.4	384.4	1.28		NS
1/3 S	226	38	1.	3534.4	3534.4	11.85		**
					298.11			

## B) T en P

	1/3 I	1/3 M	1/3 S	GL	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
NORMAL	17	150	226	2	4476.1	2238.05	7.5	3.49-5.85	**
INVERTIDA	185	212	38	2	3507.6	1753.8	5.88		**
						298.11			

POSICION TERCIO	NORMAL			INVERTIDA			BLOQUE
	1/3 I	1/3 M	1/3 S	1/3 I	1/3 M	1/3 S	
	1	12	21	5	2	0	41
II	1	4	1	8	8	2	24
III	0	10	12	4	16	4	46
IV	1	17	25	10	12	4	69
V	2	33	41	7	16	2	101
<b>SUMATORIA</b>	5	76	100	34	54	12	281
<b>PROMEDIO</b>	1	15.2	20	6.8	10.8	2.4	56.2

### ANVA

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
<b>BLOQUE</b>	4	590.47	147.6	3.07	2.87	*
<b>POSICIÓN (P)</b>	1	218.7	218.7	4.5	4.35	*
<b>TERCIO (T)</b>	2	464.47	232.2	4.8	3.49	*
<b>(P) X (T)</b>	2	688.2	344.1	7.16	3.49	*
<b>ERROR</b>	20	961.13	48.05			
<b>TOTAL</b>	29	2922.97				

CV = 12.3 %

### INTERACCIÓN

#### A) P en T

	NORMAL	INVERTIDO	GL	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
1/3 I	5	34	1	84.1	84.1	1.75	4.35 - 8.10	NS
1/3 M	76	54	1	48.4	48.4	1.007		NS
1/3 S	100	12	1	774.4	774.4	16.1		**

#### B) T en P

	1/3 I	1/3 M	1/3 S	GL	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
<b>NORMAL</b>	5	76	100	2	976.13	488	10.15	3.49-9.85	**
<b>INVERTIDA</b>	34	54	12	2	176.53	88.26	1.83		NS