



**EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO INSECTICIDA DEL EXTRACTO DE  
HOJAS DE NEEM (*Azadirachta indica*) SOBRE PIOJOS DE CUY (*Gliricola  
porcelli*) EN EL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO,  
COLOMBIA.**

**ANGGIE KAROLINA NOGUERA BELTRÁN  
MABEL EDILSA JIMÉNEZ CANCHALA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
DIPLOMADO DE AGROECOLOGIA  
PASTO-COLOMBIA  
2015**

**EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO INSECTICIDA DEL EXTRACTO DE  
HOJAS DE NEEM (*Azadirachta indica*). SOBRE PIOJOS DE CUY (*Gliricola  
porcelli*) EN EL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO,  
COLOMBIA.**

**ANGGIE KAROLINA NOGUERA BELTRÁN  
MABEL EDILSA JIMÉNEZ CANCHALA**

**Informe final de Trabajo de investigación del Diplomado de Agroecología  
presentado como opción de grado para optar al título de Zootecnista**

**Director  
GONZALO CARDONA MARTÍNEZ  
M.V.Z., M.Sc.**

**Coordinador del Diplomado de Agroecología  
ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN  
Zoot., M. Sc., Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTEENIA  
DIPLOMADO DE AGROECOLOGIA  
PASTO-COLOMBIA  
2015**

“Las ideas y conclusiones aportadas en este informe final del Diplomado de Agroecología son de responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo De La Universidad De Nariño

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**GONZALO CARDONA MARTÍNEZ. M.V.Z., M. Sc.**  
**Asesor**

---

**ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN. Zoot., M. Sc., Ph. D.**  
**Jurado**

---

**JOSÉ VICENTE REVELO SALAZAR. Zoot., M. Sc.**  
**Jurado**

**San Juan de Pasto, febrero 2015**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo final de grado se lo dedico primeramente a Dios, a mi familia, por su apoyo y esfuerzo ya que gracias a ellos logre realizar mis metas y culminar mis estudios.

A mi novio JULIÁN, quien siempre me ha apoyado en mis proyectos.

A mí querida compañera Mabel, por su amistad y confianza.

**Anggie Noguera.**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Antonio y Edilma, por su apoyo incondicional y confianza depositada en mí.

A mi novio, José Francisco, por su apoyo, comprensión y dedicación.

A mi compañera Anggie por su dedicación y compromiso

**Mabel Jiménez C.**

## **AGRADECIMIENTOS**

GONZALO CARDONA MARTÍNEZ, Médico Veterinario Zootecnista, M.Sc.

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN, Zootecnista. M.Sc., Ph.D.

EFRÉN INSUASTY SANTACRUZ, Zootecnista. Esp. M.Sc

CARLOS ALFREDO BERNAL, Zootecnista, Técnico Laboratorios De Ciencias Pecuarias

Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño

A todos los profesionales que formaron parte del Diplomado de Agroecología y que compartieron sus conocimientos y aportes a esta importante área.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>18</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	20
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	20
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
<b>4.1 LAS PLANTAS COMO UNA OPCIÓN PARA CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES</b>	21
4.1.1 Extracción de principios activos de las plantas	21
<b>4.2 GENERALIDADES DE EL ÁRBOL NEEM (<i>Azadirachta indica</i>)</b>	22
4.2.1 Composición bromatológica de las hojas de neem	23
4.2.2 Clasificación taxonómica.	24
4.2.3 Componentes químicos del Neem y su efecto sobre insectos	24
<b>4.3 GENERALIDADES DE PARÁSITOS EXTERNOS</b>	<b>25</b>
4.3.1 Infestación por piojos (Orden Phthiraptera)	26
4.3.2 Ciclo biológico.	27
<b>4.4 PRINCIPALES PARÁSITOS EXTERNOS QUE SE PRESENTAN EN CUYES</b>	<b>28</b>
4.4.1 Generalidades de <i>Gliricola porcelli</i> .	30
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>31</b>
<b>5.1 LOCALIZACIÓN</b>	<b>31</b>
<b>5.2 MATERIALES Y MÉTODOS:</b>	<b>31</b>

<b>5.3 TRATAMIENTOS</b>	36
<b>5.4 UNIDADES EXPERIMENTALES</b>	36
<b>5.5 VARIABLES ANALIZADAS</b>	36
<b>6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	38
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	39
<b>8. CONCLUSIONES</b>	44
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	45
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	46
<b>ANEXOS</b>	49

## LISTA DE TABLAS

**Pág.**

Tabla 1. . Mortalidad de los piojos <i>Gliricola procelli</i> a las 3 y 24 horas después de la aplicación de los tratamientos	39
---	----

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> <i>Gliricola porcelli</i> en la zona del cuello de los cuyes infestados	32
<b>Figura 2.</b> Recipientes preparados para la introducción de los piojos	32
<b>Figura 3.</b> Izquierda, aplicación de los tratamientos. Derecha, tratamientos en la incubadora a 35 °C	33
<b>Figura 4.</b> Conteo de la mortalidad de <i>Gliricola porcelli</i> después de los tratamientos	33
<b>Figura 5.</b> Figura 6. Diagrama de flujo del protocolo de extracción por decocción	34
<b>Figura 6.</b> Diagrama de flujo del protocolo de extracción por maceración	35
<b>Figura 7.</b> Mortalidad total de los piojos <i>Gliricola porcelli</i> después de la aplicación de los tratamientos	40
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de eficacia a las 3 horas después de la aplicación de los tratamientos	41
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de eficacia a las 24 horas después de la aplicación de los tratamientos	41

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo A.** Tabla de mortalidad a las 3 y 24 horas después de la aplicación de los tratamientos. 50
- Anexo B.** Andeva para supervivencia a las 3 horas después de la aplicación de los tratamientos. 51
- Anexo C.** Andeva para supervivencia a las 24 horas después de la aplicación de los tratamientos. 52

## GLOSARIO

**BIODEGRADABLE:** producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos.

**BIOINSECTICIDA:** sustancias orgánicas que pueden ser usadas para el control de plagas

**COMPUESTOS ALELOQUÍMICOS:** compuestos que tienen efectos negativos o positivos sobre el receptor.

**CONTROL BIOLÓGICO:** el control biológico es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo.

**ECDISOMA:** principal hormona de la muda, que es secretada en las glándulas protorácicas.

**ETNOVETERINARIA:** conocimiento de tipo tras disciplinario, pues en su marco teórico – práctico, busca instaurar vínculos de las partes con el todo, acogiendo dos ramas del saber cómo lo son la Medicina Veterinaria y las Ciencias Sociales.

**EXTRACTO ACUOSO:** preparación en agua de la sustancia de una planta o un animal que contiene la porción biológicamente activa sin el residuo celular.

***in vitro*:** técnica para realizar un determinado experimento generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo.

**LIMONOIDES:** son fitoquímicos, abundantes en frutos de cítricos y otras plantas de las familias Rutaceae y Meliaceae.

**METABOLITOS SECUNDARIOS:** compuestos orgánicos sintetizados por el organismo que no tienen un rol directo en el crecimiento o reproducción del mismo.

**MORTALIDAD:** cantidad de muertes producidas en un lugar y un tiempo determinados.

**PRINCIPIOS ACTIVOS:** componente que porta las cualidades farmacológicas presentes en una sustancia

## RESUMEN

Se evaluó la eficiencia de dos extractos acuosos de hojas de Neem (*Azadirachta indica*) como bioinsecticida de piojos (*Gliricola porcelli*) en condiciones de laboratorio. Se recolectaron 90 piojos de dos cuyes (*Cavia porcellus*) que fueron seleccionados por tener el mayor grado de infestación, dichos piojos se aislaron en 9 recipientes plásticos debidamente tapados y provistos de ventanas para una adecuada ventilación. Se emplearon extractos acuosos de macerado y extractos acuosos por decocción de hojas de Neem, a una concentración del 50% diluido en agua de clorada. El tratamiento testigo consistió en piojos tratados con agua destilada. El extracto de maceración de hojas de neem mostró tener mayor poder acaricida, presentando un 93,3 % de mortalidad, en comparación al extracto de decocción que mostró un valor del 76,6 %.

Palabras clave: bioinsecticida, *Gliricola porcelli*, *Cavia porcellus*, *Azadirachta indica*, extractos acuosos.

## ABSTRACT

There was evaluated the efficiency of two watery extracts of Neem's leaves (*Azadirachta indica*) as bioinsecticida of louses (*Gliricola porcelli*) in laboratory conditions. 90 lice were collected two guinea pigs (*cavia porcellus*) were selected for having the greatest degree of infestation, these lice were isolated in 9 plastic containers properly covered, fitted with windows for ventilation. Were used Macerated aqueous extracts and aqueous extracts by decoction of leaves of Neem, at a concentration of 50% diluted in dechlorinated water. The control consisted of lice treated with chlorine-free water. The extract of maceration neem leaves showed have more power acaricide, showing 93.3% mortality, compared to decoction extract showed a value of 76.6%.

**Keywords:** biological insecticide, *Gliricola porcelli*, *Cavia porcellus*, *Azadirachta indica*, aqueous extracts.

## INTRODUCCIÓN

La producción de cuyes es cada vez más significativa y tecnificada en Nariño pero posee una debilidad con respecto a la parte sanitaria curativa porque no se han realizado los suficientes estudios científicos acerca de los medicamentos veterinarios idóneos para la aplicación a esta especie productiva. Por dicha razón los productores y/o algunos profesionales aplican medicamentos veterinarios que por simple observación física dan resultados positivos, sin embargo no se observan los efectos adversos dentro de la fisiología del animal y en los consumidores de los mismos, al no conocerse los tiempos de retiro de los medicamentos y las dosis adecuadas. Por dichas razones se ve como una alternativa la aplicación de prácticas etnoveterinarias aprovechando los beneficios que ésta genera, por ello en este trabajo se realizó la evaluación del efecto insecticida del extracto de las hojas de neem hacia los parásitos externos (*Gliricola porcelli*) que afecta a los cuyes.

Para la presente evaluación se realizaron 3 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones y cada tratamiento poseía los siguientes elementos: T0 piojos que no recibieron ningún tratamiento, T1 piojos tratados con extracto de hojas de neem preparado a través de decocción, T2 piojos tratados con extracto de hojas de neem preparado a través maceración y agua.

## 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Según Chauca, citado por Robles y Chávez, “Las enfermedades parasitarias en cuyes se caracterizan por ser de manifestación lenta e insidiosas pasando en la mayoría de veces desapercibida por los criadores. En la mayoría de los casos son sometidos a una infección gradual en los cuales ellos se adaptan, no presentan signos clínicos y están aparentemente sanos, originando un menor rendimiento del animal, disminución en la ganancia de peso y aumento del consumo de alimento como compensación”<sup>(1)</sup>.

El alto costo de los fármacos recomendados para el control de parásitos en cuyes, imposibilitan la adopción de tecnologías tendentes a mejorar las condiciones sanitarias de explotaciones con el sistema de crianza familiar.

En la búsqueda de nuevos productos de fácil acceso, bajo costo y nuevas vías de aplicación en el control de ectoparásitos, se propone evaluar los efectos de las hojas de árbol de neem (*Azadirachta indica*), como control biológico de piojos en cuyes *cavia porcellus*.

---

<sup>1</sup> ROBLES NORIEGA, Katherine y CHÁVEZ VELÁZQUEZ, Amanda. Evaluación de la parasitosis externa en cuyes (*Cavia porcellus*) de crianza familiar comercial en el distrito de Oxapampa-Pasco; en las épocas de lluvia y seca. Tesis para optar por el título profesional de Médico Veterinario. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Facultad De Medicina Veterinaria. 2012. 78p.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las investigaciones referentes a la sanidad curativa en cuyes son deficientes, permitiendo así que los productores usen medicamentos veterinarios no específicos para la especie, de los cuales no se conocen sus efectos hacia esta especie y sus consumidores, por dichas razones se ve la necesidad de encontrar alternativas que minimicen los efectos adversos y además se fundamenten en términos de sostenibilidad y sustentabilidad.

Por lo anteriormente planteado se plantea la siguiente interrogación:

¿Qué efectividad tendrán extracto acuoso de las hojas de neem sobre los piojos *Gliricola porcelli*?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto insecticida del extracto acuoso de hojas de neem (*Azadirachta indica*) obtenidos por dos protocolos de extracción, sobre los parásitos *Gliricola porcelli* que afecta a la especie *Cavia porcellus*.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la mortalidad y supervivencia de los parásitos (*Gliricola porcelli*) *in vitro* por cada protocolo de extracción de las sustancias de las hojas de neem
- Definir cuál de los tratamientos de preparación de extracto de neem es más efectivo

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 LAS PLANTAS COMO UNA OPCIÓN PARA CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El uso no controlado de productos sintéticos usados para control de plagas y enfermedades, tanto en la parte agrícola como pecuaria, ha generado diversas problemáticas entre las cuales se encuentran los residuos en los productos finales, desequilibrios ambientales, resistencia de los insectos plaga a los diversos productos insecticidas, etc. por ello es necesario buscar alternativas que minimicen los impactos anteriormente nombrados.

Espinosa y Delgado, citados por Ramírez *et al.*, opinan que, “dentro de las alternativas que se pueden encontrar está el uso de sustancias de origen vegetal. Las plantas producen metabolitos secundarios que disuaden el ataque de insectos” <sup>(2)</sup>.

Al respecto Rodríguez <sup>(3)</sup>, infiere que dicha característica ha sido aprovechada desde nuestros antepasados para elaborar insecticidas naturales. Los extractos vegetales se preparan con diferentes disolventes como agua, alcohol, éter etílico, aceite, acetona y benceno, que extraen distintos metabolitos con diferentes efectos.

Rodríguez *et al.*, citados por Ramírez *et al.*, consideran que “la disolución acuosa extrae solo una parte de los metabolitos, pero la técnica es la más sencilla y económica para los agricultores y reduce el riesgo de contaminación y accidentes” <sup>(4)</sup>

#### 4.1.1 Extracción de principios activos de las plantas. Ibáñez y Zoppolo afirman que:

La extracción propiamente dicha envuelve la separación de porciones biológicamente activas de los componentes inertes o inactivos, a partir de la utilización de un solvente seleccionado y de un proceso de extracción adecuado. Al impregnar el material vegetal con el líquido de extracción se disuelven primero las sustancias a las

---

<sup>2</sup> RAMÍREZ MORENO Luis A.; GARCÍA BARRIOS Luis E.; RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ Cesáreo; MORALES Helda E.; CASTRO RAMÍREZ Adriana E. Evaluación Del Efecto Insecticida De Extractos De Plantas Sobre *Leptophobia Aripa Elodia*. En Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica).2001. no. 60, p. 50-56.

<sup>3</sup> RODRÍGUEZ H, C. Fitoinsecticidas en el combate de insectos: Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano. En Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. Guatemala, 1993. p. 112-125.

<sup>4</sup> RAMÍREZ *et al.*, Ob.cit., p.2.

que el disolvente puede llegar sin obstáculos. Al triturar el material se destruyen varias células donde el grado de finura creciente favorece la disolución.

Las sustancias que están contenidas en el vegetal son lavadas y arrastradas de los fragmentos celulares por los disolventes mediante un proceso denominado lavado celular, simultáneamente transcurre el proceso de difusión celular. La calidad del extracto vegetal depende de la calidad del material de partida. El contenido en sustancia activa del material viene determinado generalmente por factores previos a la cosecha o colecta y que pueden tener su origen en el tiempo de recolección, el lugar, el tipo de abono, suelo, factores climáticos y otros <sup>(5)</sup>.

Para Rodríguez, citado por Pérez *et al.*, “los disolventes que se han utilizado para la extracción de sus principios activos han sido varios: agua, etanol, acetona, cloroformo, éter de petróleo y hexano, lo que denota que varias sustancias activas están inmiscuidas en esta actividad” <sup>(6)</sup>.

Ibáñez y Zoppolo también infieren que, “a nivel artesanal se pueden obtener extractos en base acuosa satisfactoriamente ya que a pesar de que las sustancias activas son estructuras químicas complejas pueden encontrarse almacenados en la planta unidos a azúcares, lo que incrementa su solubilidad en agua” <sup>(7)</sup>.

#### 4.2 GENERALIDADES DE EL ÁRBOL NEEM (*Azadirachta indica*)

Para Ehrich y Raven, citado por Serra *et al.*, “de la coevolución planta-insecto han resultado estrategias múltiples de defensa de las plantas. Una de ellas es la producción en los tejidos de las mismas de compuestos aleloquímicos, que pueden afectar al crecimiento y supervivencia de los insectos fitófagos” <sup>(8)</sup>.

Para Koul, 1982, citado por Serra *et al.*, las sustancias anteriormente nombradas dichas sustancias “interfieren en la etología normal de los insectos tales como en los mecanismos de comunicación de los insectos. Dentro del grupo se incluye tanto a los modificadores del comportamiento de los insectos, por ejemplo compuestos antialimentarios o deterrentes” <sup>(9)</sup>, presentando perturbaciones fisiológicas, que pueden verse reflejados en el crecimiento de los insectos o a compuestos químicos que poseen una combinación de ambas propiedades.

---

<sup>5</sup> IBÁÑEZ Facundo y ZOPPOLO Roberto. Extractos de “paraíso” para control de insectos. En Manejo de plagas en agricultura orgánica. Junio, 2008, no.94, p 7-8.

<sup>6</sup> PEREZ PACHECO Rafael, *et al.* Toxicidad De Aceites Y Extractos Vegetales En Larvas De Mosquito Culex Quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae). En Acta Zoológica Mexicana. Mayo, 2004, vol.1 no.21, p. 141-152.

<sup>7</sup> IBÁÑEZ y ZOPPOLO. Op. Cit., p. 8

<sup>8</sup> SERRA A. Joan, A.; BADIA M Sans y VILADOT Riba. Caracterización de la actividad antialimentaria de extractos de frutos y semillas de *Melia azedarach* L. y de *Azadirachta indica* A. sobre larvas del lepidóptero *Sesamia nonagrioides* Lef. En. Plagas. 1998, no.24. p. 1019-1032.

<sup>9</sup> Ibíd., p. 1019

Según Serra *et al.*, “muchas de las especies vegetales de la familia Meliaceae se caracterizan por poseer una buena bioactividad frente a numerosos tipos de insectos y ácaros. De entre todas ellas destaca *Azadirachta indica*”<sup>(10)</sup>.

Con respecto al árbol *Azadirachta indica* Fitzpatrick, citado por Reyes, Valero y Garay<sup>(11)</sup>, lo define como un «árbol noble», además relaciona que este árbol se usa desde tiempos prehistóricos, sobre todo en la parte medicinal. Asimismo de fácil manejo, con crecimiento rápido, proveedor de sombra por su diámetro de copa amplio, y además posee raíces profundas. Al mismo tiempo que da las mismas ventajas que cualquier árbol, tales como bombeo de nutrientes, hojarasca, protección del suelo, el Neem tiene propiedades maderables, medicinales e insecticidas”.

De acuerdo con la Fundación Friedrich-Naunmann, s/f citada en la Revista Forest de Venezuela por Reyes *et al.*, “una de las características notables que presenta el árbol de *Azadirachta indica* es que está virtualmente libre de insectos y nematodos. Los extractos han inhibido la alimentación en 170 especies de insectos en siete órdenes, así como el crecimiento normal en especies de 4 órdenes y han probado ser tóxicos a los afidios, a las termitas y a varias orugas”<sup>(12)</sup>.

**4.2.1 Composición bromatológica de las hojas de neem.** Según Keher y Nagi citados por Etcheverry, “las hojas de Neem se componen de un 20% de fibra, 50% de carbohidratos, 15% de proteínas, 5% grasas, 8% de cenizas, 2% de calcio y contiene además aminoácidos esenciales”<sup>(13)</sup>. Para Tirimanna *et al.*, citado por Etcheverry “sus contenidos de aminoácidos conocidos y sus porcentajes en la hoja son como sigue: alanine 1.2, asparagine 3.4, aspartico 2.7, tryptophan 1.4, taurine 7 y valine 2.9, también se reporta el contenido en la hoja de carotene y ácido ascórbico”<sup>(14)</sup>

Las concentraciones mayores de ingredientes activos se encuentran en la semilla y el aceite, sin embargo la mayoría de éstos también los tenemos en las hojas y la corteza en menores proporciones.

---

<sup>10</sup> *Ibíd.*, p. 1019

<sup>11</sup> REYES C Elio C.; VALERO Styles W. y GARAY J. Darío A. Estudio Preliminar De Las Propiedades Físicas De La Especie *Azadirachta Indica* (Neem), Procedente Del Estado Falcón (Venezuela). En Revista Forest. Venezuela. 2003, vol. 2, no. 47., p. 23-29.

<sup>12</sup> *Ibíd.*, p. 23.

<sup>13</sup> ETCHEVERRY Natalia. Nemm, la Planta Asombrosa. En Medicina Tradicional de México y sus Plantas Medicinales (México). Marzo, 2003. no.18, p. 12.

<sup>14</sup> ETCHEVERRY Ob.cit., p.12.

**4.2.2 Clasificación taxonómica.** De acuerdo a Schmutterer, citado por Del Valle <sup>(15)</sup>, el neem se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Plantae  
Subreino: Trachaeophyta  
División: Pterophyta  
Subdivisión: Angiosperma  
Clase: Dicotiledonea  
Orden: Geraniales  
Familia: Meliáceas  
Subfamilia: Melioideae  
Género: Azadirachta  
Especie: Azadirachta indica

**4.2.3 Componentes químicos del Neem y su efecto sobre insectos.** Saxena *et al*, citados por la Directora de Neemver, explican que “el neem posee constituyentes biológicamente activos como los triterpenoides, (llamados más específicamente limonoides), y de éstos los más importantes son *azadiractina*, *salanina*, *meliantrol*, *nimbina* y *nimbidina*, reconociéndose los siguientes efectos: interrumpen o inhiben el desarrollo de huevos, larvas y pupas; bloquean la muda de larvas a ninfas; repele larvas y adultos; repele a las hembras para ovipositar; esteriliza a los adultos; envenena a las larvas y adultos; disuade a los insectos a alimentarse; confunde a los insectos para realizar la metamorfosis e inhibe la formación de quitina” <sup>(16)</sup>

Para Stoney, citado por la Directora de Neemver, “puede afirmarse que, en términos generales los extractos de neem afectan cerca de 300 especies de insectos en los siguientes ordenes: *blattaria* (cucarachas), *homóptera* (pulgones), lepidóptero (mariposas), díptera (moscas), coleóptera (escarabajos y gorgojos), himenoptera (avispa y hormigas), *isóptera* (termitas), *thyzanoptera* (trips) y *siphonaptera* (pulga)” <sup>(17)</sup>. Los extractos de neem son efectivos para proteger a las plantas de los defoliadores, sin afectar a las abejas las cuales son benéficas para la polinización.

---

<sup>15</sup> DEL VALLE PEZZAROSSO Álvaro. Eficacia de la infusión de la hoja de neem *Azadirachta indica* administrado por vía oral para el control de *oxyuris equi* en caballos. Tesis para optar por el título profesional de Médico Veterinario. Guatemala. Universidad De San Carlos De Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Escuela de Medicina Veterinaria. 2011. 30 p.

<sup>16</sup> DIRECTORA DE NEEMVER. El Neem en la Salud Animal y en el Control de Plagas. En Revista Vinculando. (Mexico). Enero, 2008. P. 4.

<sup>17</sup> DIRECTORA DE NEEMVER. Ob.cit., p.4.

Al respecto, Biostar México afirma que:

La *azadiractina* inhibe la síntesis de ecdisoma, hormona responsable de la muda en insectos holometábolos (metamorfosis completa), los triterpenoides (azadiractina, meliantriol, salanina. Nibina y nimbidina principalmente) son potentes antialimentarios que actúan sobre receptores sensitivos y que afectan de manera negativa la sensibilidad de otros receptores que normalmente reaccionan a estimulantes alimentarios. Causan desorientación en el insecto e inquietud continua, reduciendo los periodos de alimentación y las cantidades ingeridas, incrementándose el parasitismo y la depredación por permanecer expuestos y débiles. Estas sustancias son biodegradables, no venenosas y no afectan directamente a los enemigos naturales. El neem no crea ninguna resistencia en los insectos, ya que la mezcla compleja de ingredientes activos, impide que adquieran inmunidad; mientras que los productos químicos-sintéticos, que frecuentemente contienen un ingrediente activo, sí llegan a ser tolerados por los insectos<sup>(18)</sup>.

Según Nortén Citado por la Directora de Neemver “Además, los extractos de neem no son tóxicos a insectos benéficos como ciertas avispas, mariposas y abejas, debido a sus hábitos alimenticios o por diferencias en su metabolismo<sup>(19)</sup>”.

#### **4.3 GENERALIDADES DE PARÁSITOS EXTERNOS**

Son los parásitos que prefieren vivir sobre su huésped, ubicándose generalmente sobre la piel, pelo, plumas y cuernos

El Consejo Europeo Para El Control De Las Parasitosis De Los Animales De Compañía Precisa que:

Los ectoparásitos o parásitos externos incluyen una gran variedad de artrópodos parásitos que pertenecen taxonómicamente a la subclase Acari (garrapatas y ácaros) y a la clase Insecta (pulgas, piojos picadores y masticadores, flebotomos, mosquitos y moscas). Los parásitos externos son importantes porque: pueden causar lesiones cutáneas, pueden inducir una respuesta inmunopatológica, pueden transmitir agentes patógenos, pueden ser zoonóticos o transmitir infecciones zoonóticas, pueden interferir con los lazos entre humanos y animales, su control forma parte del mantenimiento de la salud de los animales de compañía<sup>(20)</sup>.

---

<sup>18</sup> Biostar. Insecticida orgánico, Azathron [online]. México. Jun. 2014 [cited 22 January 2015]. Disponible en internet: <URL: <http://www.biostarmexico.com.mx/productos-pdf/6/AZATHRON%20200CE.pdf>>.

<sup>19</sup> LA DIRECTORA DE NEEMVER. El Neem en la Salud Animal y en el Control de Plagas. En Revista Vinculando. (Mexico). Enero, 2008. P. 4.

<sup>20</sup> CONSEJO EUROPEO PARA EL CONTROL DE LAS PARASITOSIS DE LOS ANIMALES DE COMPAÑÍA. Ectoparásitos Control de insectos y garrapatas que parasitan a perros y gatos. En Guía ESCCAP. Diciembre, 2006, no. 3, p 1-42

El mismo autor deduce que:

Además, los factores que se detallan a continuación tienen implicaciones clínicas:

- Las lesiones cutáneas pueden favorecer infecciones secundarias por bacterias o por hongos (*Malassezia spp*) y producir diversos tipos de dermatitis.
- La respuesta inmunitaria, inducida especialmente por la saliva del ectoparásito, puede dar lugar a reacciones alérgicas, siendo la más importante la dermatitis alérgica a picadura de pulgas.
- Los artrópodos pueden actuar como vectores de agentes productores de enfermedades en los animales y en los humanos. Estas enfermedades se denominan vectoriales o enfermedades transmitidas por vectores (ETVs). En la mayoría de los casos, la importancia clínica de las ETV es mayor que la infestación por los vectores que las transmiten.
- Aunque en algunos casos los ectoparásitos pueden ser muy específicos (piojos), en otros los animales de compañía infestados por ectoparásitos pueden constituir un problema de salud pública al ser fuente de infestación para sus propietarios (por ej.: las pulgas) La infestación por ciertos ectoparásitos puede tener, en sí misma, implicación a nivel cutáneo y también general. Un ejemplo son las garrapatas que, en determinadas circunstancias, pueden provocar anemia, entre otros signos<sup>(21)</sup>.

**4.3.1 Infestación por piojos (Orden Phthiraptera).** Los ftirápteros (Phthiraptera), comúnmente conocidos como piojos, son un orden de insectos neópteros, sin alas, ectoparásitos de aves y mamíferos, que incluye unas 3250 especies

**4.3.1.1 Taxonomía:** Diversos autores han clasificado taxonómicamente a los piojos de diferente manera.

Según Soulsby, citado por Noriega y Chavez “en 1970 fue clasificado en un solo orden (Phthiraptera), el que se dividió en cuatro subórdenes: *Amblycera*, Anoplura, *Ischnocera* y *Rhychophthirina*. Pero posteriormente en 1977 se reagrupó a los piojos en dos órdenes de acuerdo al mecanismo de alimentación, Mallophaga para los piojos masticadores, y Siphunculata para los chupadores, y se dividió a su vez el orden Mallophaga en tres subórdenes: *Amblycera*, *Ischnocera* y *Rhychophthirina* y otros autores los conocen como sinónimos al orden Anoplura y al orden Siphunculata”<sup>(22)</sup>.

---

<sup>21</sup> Ibid., p. 5.

<sup>22</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit. p.10.

Para Urquhart et al, citados por Robles y Chávez “los piojos masticadores infestan a mamíferos y aves, están adaptados para morder y masticar alimentándose de capas superficiales de la piel, escoriaciones, costras y coágulos de sangre en el caso de los piojos que parasitan a los mamíferos, y queratina en el caso de los que parasitan a las aves; mientras que los piojos chupadores infestan sólo a mamíferos y se denominan así porque se alimentan de sangre” (23).

Para Dittmar *et al*, citados por Noriega y Chávez, existen aproximadamente 3500 especies de piojos descritas, de las cuales solo entre 20 a 30 especies son de mayor importancia. El suborden *Rhynchophthirina* es muy pequeño, incluye solo dos especies africanas de piojos, uno de ellos parasita a elefantes, y el otro a jabalíes. Los Anoplura son parásitos exclusivos de mamíferos y son hematófagos, por lo cual incluyen familias de importancia médica, en este grupo se han reportado a *Pterophthirus alata* y *Polyplax spinulosa*, en cobayos *Cavia aperea* en Perú (24).

Taylor, citado por Noriega y Chavez expone que “en el suborden Ischnocera se incluyen tres familias de las cuales la familia Philopteridae parasita a aves domésticas y Trichodectidae parasita a mamíferos, ambas de importancia veterinaria” (25)

En el suborden Amblycera se encuentran las especies de piojos que usualmente infestan a *Cavia aperea* y *Cavia porcellus*. Las principales especies halladas son: *Gliricola porcelli*, *Gyropus ovalis*, y *Trimenopon hispidum*. Las dos primeras especies pertenecen a la familia Gyropidae, y la tercera a la familia Trimenoponidae.

**4.3.2 Ciclo biológico.** Para Urquhart *et al*, citado por Noriega y Chávez “el desarrollo del ciclo evolutivo de las diferentes especies de piojos es similar, desarrollan todo su ciclo biológico sobre su hospedero, variando el tiempo de duración de los estadios evolutivos. Estos estadios son: huevo, ninfa, y adulto. Presentan metamorfosis incompleta, debido a que después de la eclosión del huevo, la ninfa que emerge es similar al adulto pero más pequeña” (26). Luego de un periodo de incubación, las hembras colocan sus huevos en la base del pelo o plumas de sus hospederos, quedan adheridos gracias a que liberan gotas de secreción provenientes de las glándulas coleréticas.

---

<sup>23</sup> Ibid., p. 10.

<sup>24</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 10.

<sup>25</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 10.

<sup>26</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 17.

Quiroz et al, citados por Noriega y Chavez, afirman que “el número de huevos que deposita la hembra, es de 200 a 300, en un periodo de un mes aproximadamente”<sup>(27)</sup>.

Sin embargo, Barriga citado por Noriega y Chávez menciona que “las hembras Amblycera (masticadoras) depositan entre 15 a 20 huevos en su vida; mientras que las hembras anopluras (chupadoras), entre 1 a 3 huevos por día, siendo un total de 20 a 80 huevos en su vida. Los huevos de los piojos masticadores alcanzan una longitud de 0.7 mm y son de color blanquecino, mientras que los anopluros miden 0.8 mm de largo y generalmente son de color café o azulados”<sup>(28)</sup>.

Para Quiroz y Barriga, citados por Robles y Chavez “El periodo de incubación varía entre 4 a 20 días, siendo de 7 a 12 días en los piojos masticadores que infestan a mamíferos; en tanto este periodo, en los anopluros es de 7 a 20 días. Siguen tres estados ninfales, la ninfa 1 se alimenta, crece y muda dando lugar a la ninfa 2, ésta, a su vez, repite el proceso y muda a ninfa 3, la cual también crece, se alimenta y muda dando lugar al estado adulto sexualmente maduro.”<sup>(29)</sup>.

Según Quiroz y Barriga, citados por Robles y Chávez, “en los anopluros el periodo desde la eclosión hasta la formación del estado adulto es de 9 a 18 días, y el ciclo de huevo a huevo es aproximadamente de 3 a 5 semanas; en los piojos masticadores el periodo desde la eclosión hasta la adultez es de 3 a 5 semanas. El tiempo que dura cada etapa evolutiva, varía según la especie y no se tiene la información de todas en todas ellas, sin embargo por lo general, los ciclos se desarrollan en 3 a 5 semanas”<sup>(30)</sup>.

Barriga, citado por Robles Y Chavez, afirma que, “los piojos son sensibles a la desecación y ayuno prolongado, no logran sobrevivir más de 2 a 7 días fuera de su hospedero, aun en buenas condiciones de temperatura y humedad (33 a 40°C y 90 %). En climas secos y fríos sobreviven menos de un día fuera del hospedero. La incubación de los huevos puede seguir en los pelos o plumas caídos por hasta 3 a 4 semanas en climas calurosos de 22°C a 45°C”<sup>(31)</sup>.

#### **4.4 PRINCIPALES PARÁSITOS EXTERNOS QUE SE PRESENTAN EN CUYES**

Las enfermedades producidas por parásitos a diferencia de lo que ocurre con las infecciosas, se caracterizan por sus manifestaciones lentas, insidiosas y poco

---

<sup>27</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 17.

<sup>28</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 18

<sup>29</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 18.

<sup>30</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 18.

<sup>31</sup> ROBLES y CHÁVEZ. Op cit., p. 18.

espectaculares, por lo que en la mayoría de las veces pasa desapercibida. Las infestaciones severas repercuten negativamente en la producción, los efectos se traducen en pérdidas económicas que los criadores no cuantifican. Los parásitos externos constituyen uno de los factores importantes dentro de las enfermedades parasitarias. El grado de infección es intenso en las crianzas familiares, lo cual repercute negativamente en la producción.

Al respecto Valim *et al.*, citado por Soares *et al.*, exponen que “los parásitos son probablemente las principales causas de los trastornos de la piel de estos animales, y actúan como transmisores de patógenos, incluyendo virus, rickettsias, bacterias, espiroquetas, protozoos y helmintos”<sup>(32)</sup>.

Padilla, citado por Soares *et al.*, expone que, “en el caso de los piojos, cuando están presentes en la superficie del cuerpo de estos animales (*Cavia porcellus*) en grandes cantidades, pueden causar picazón intensa por la irritación continúa producida a través de sus uñas tarsales, lo que obliga al animal infectado a rascarse a menudo haciéndose daño en la piel, y promoviendo infecciones bacterianas”<sup>(33)</sup>.

Dentro de la producción de cuyes en Colombia existen tres grupos de ectoparásitos responsables de las constantes pérdidas económicas de la producción porque no permiten el desarrollo correcto y constante de los animales generando así bajas ganancias de peso y en problemáticas más agravantes, mortalidades. Dentro de dichos grupos se encuentran:

- **Piojos**
  - *Gliricola porcelli*
  - *Gyropus cyalis*
  - *Trimenopon hispidum*
  
- **Pulgas**
  - *Ctenocephalides canis*
  - *Ctenocephalides felis*
  
- **Ácaros**
  - *Ornithonyssus spp*
  - *Chirodiscooides sp*
  - *Tixacarus caviae*

---

<sup>32</sup> SOARES PEREIRA Josivania, *et al.* Parasitismo por *Gliricola porcelli* (Schrank, 1781) em *Cavia porcellus*, em Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. En Revista brasileira de higiene e sanidade animal. Julio, 2013, vol. 7, no. 2, p 250-257.

<sup>33</sup> SOARES *et al.* Op. cit., p. 252.

**4.4.1 Generalidades de *Gliricola porcelli*.** Para Guinea Lynx: “Los piojos, como los ácaros, se consideran generalmente de huésped específico y necesita un conejillo de indias (*Cavia porcellus*) para sobrevivir. El más común es (1 a 1,5 mm), el piojo delgado y menos común, es el *Gyropus oval* (1 a 1,2 mm). Ellos son insectos aplanados, sin alas y se consideran piojos masticadores - que erosionan la piel para obtener líquido”<sup>(34)</sup>.

El piojo *Gliricola porcelli* es de color claro (blanco a amarillo pálido), dichos insectos pueden ser fácilmente vistos moviéndose a través del pelaje cerca de la piel y en infestaciones severas, alrededor de los ojos.

Según Soares, “los piojos *Gliricola porcelli* posee las siguientes características morfológicas: “cinco pares de estigmas respiratorios; cabeza más larga que ancha; redondeada y sin placa protórax esternal; meso y metatórax fusionado y la presencia de placa esternal condensada; abdomen largo y estrecho, con placas pigmentadas en tergitos y pleuritos; y en el último pleurito se observaron un solo par de cerdas. Los genitales se presentan como una estructura compleja”<sup>(35)</sup>.

**4.4.1.1 Clasificación taxonómica.** Animal Diversity Web (ADW) expone la siguiente clasificación:

**Reino:** Animalia  
Eumetazoa  
Bilateria  
Protostomia  
Ecdysozoa  
Arthropoda  
Hexapoda  
**Clase:** Insecta  
**Orden:** Phthiraptera  
**Familia:** *Amblycera*  
**Género:** *Gliricola*  
**Especie:** *Gliricola porcelli*<sup>(36)</sup>

---

<sup>34</sup> Guinea Lynx. Piojos, a veces llamado " Los piojos Running" [online], march 2015. [ cited 1 february 2015]. Disponible en internet: <URL: 3. <http://www.guinealynx.info/lice.html>>.

<sup>35</sup> SOARES., *et al.* Op. cit., p.

<sup>36</sup> MYERS P., *et al.* *Gliricola porcelli*. Animal Diversity Web [online]. Michigan. 2014 [cited 25 January]. Disponible en internet <URL: [http://animaldiversity.org/accounts/Gliricola\\_porcelli/classification/](http://animaldiversity.org/accounts/Gliricola_porcelli/classification/)>.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 LOCALIZACIÓN

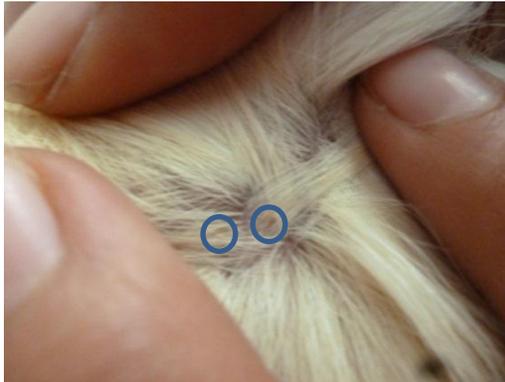
El estudio se realizó en la sección de laboratorios de la Facultad de Ciencias Pecuarias, específicamente en el laboratorio de fisiología de la Universidad de Nariño, ubicada en el departamento de Nariño, municipio de Pasto, a 2527 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14 °C. Los cuyes (*Cavia porcellus*) portadores de los piojos fueron adquiridos de una producción familiar del Corregimiento de Mocondino que se encuentra a 2800 msnm, con un temperatura promedio de 14 °C.

### 5.2 MATERIALES Y MÉTODOS:

**Métodos.** Para la elección de la especie de planta utilizada en esta investigación se tomaron dos criterios: la existencia de reportes de esta especie como insecticida natural en insectos plaga de plantas y animales, principalmente en garrapatas, generando resultados positivos y promisorios. Con respecto a las concentraciones se utilizó como base investigaciones realizadas in vitro contra garrapatas por Turmero I. (2012) en las que se encontró una mortalidad del 19% a una solución acuosa de hojas de Neem 30%, comparada con un tratamiento donde se utilizó una solución de Amitraz, donde se reportó un 87% de mortalidad. Para mejorar la eficacia del tratamiento en solución acuosa de hojas de neem en esta investigación, se incrementó el porcentaje de concentración a un 50%.

Para la extracción de los piojos *Gliricola porcelli*, se seleccionaron dos cuyes machos adultos de 400g de peso, con alto grado de infestación. Para la remoción de los insectos se utilizó una peineta de diente fino, pasándola por la parte del cuello y abdomen siendo éstas las zonas más invadidas por los parásitos externos (ver figura 1).

**Figura 1.** *Gliricola porcelli* en la zona del cuello de los cuyes infestados



Posteriormente se depositaron 90 piojos en su estadio adulto de *Gliricola porcelli*, distribuidos en 9 recipientes plásticos, cada uno con 10 piojos. Los recipientes poseían una tapa hermética, por lo que fueron adecuados con ventanas cubiertas de tela velo suizo para permitir la entrada de oxígeno y así evitar la muerte de los piojos por asfixia (ver figura 2). Después se adecuó una cama hecha de pelo de cuy en cada recipiente para proporcionar un mejor ambiente a los parásitos, minimizando el estrés de los mismos.

**Figura 2.** Recipientes preparados para la introducción de los piojos



Una vez asignados los piojos en cada recipiente, se designaron al azar 3 de los mismos por cada tratamiento y se realizó la respectiva rotulación. Posteriormente se realizó la aplicación a cada tratamiento mediante dos atomizaciones (ver figura 3) Inmediatamente después de la aplicación se llevaron los recipientes en su totalidad a la incubadora con una temperatura de 35°C teniendo en cuenta que ésta es la temperatura ideal para la supervivencia, 33 a 40°C (ver figura 3).

**Figura 3.** Izquierda, aplicación de los tratamientos. Derecha, tratamientos en la incubadora a 35 °C



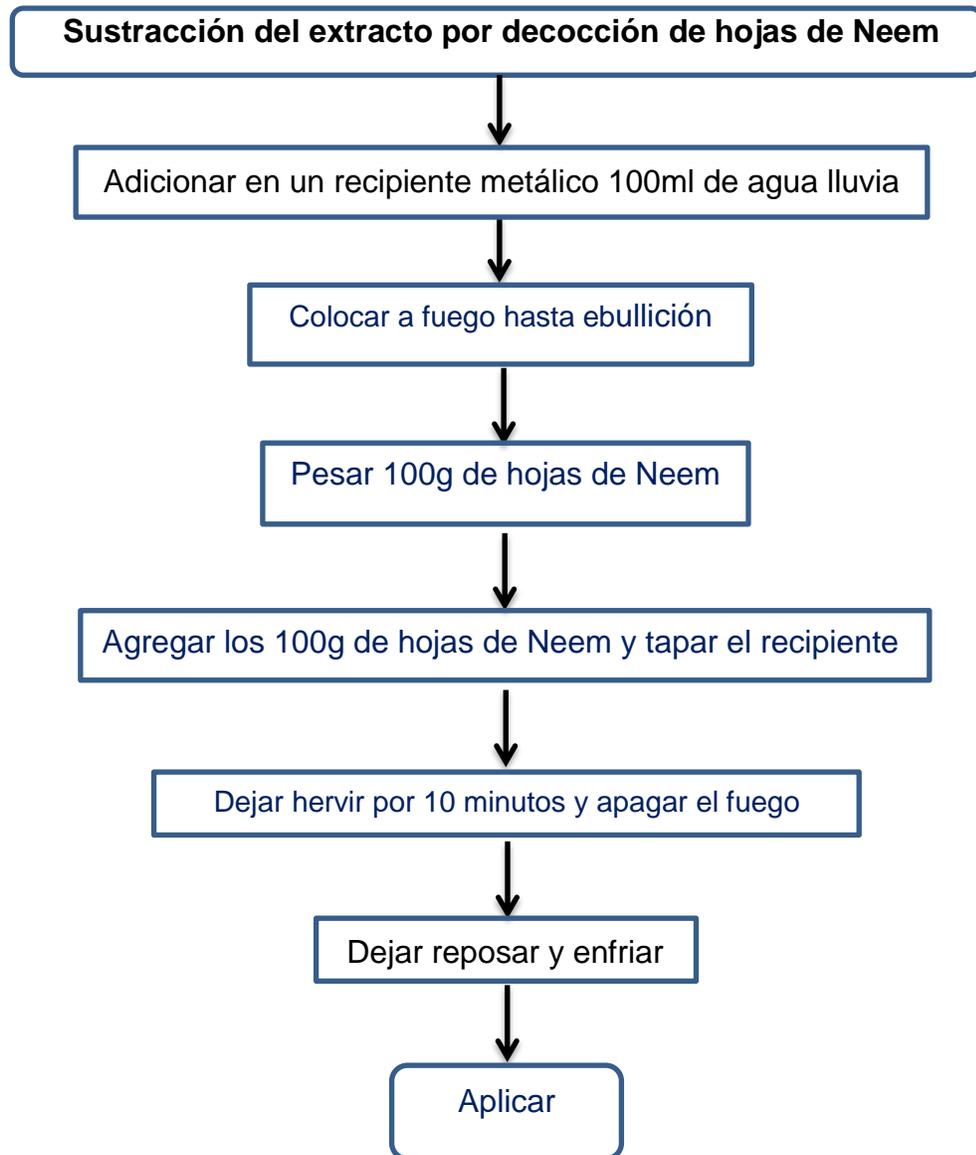
Finalmente observó y contabilizó las mortalidades a las 3 y 24 horas después de la aplicación de los tratamientos. (Ver figura 4)

**Figura 4.** Conteo de la mortalidad de *Gliricola porcelli* después de los tratamientos

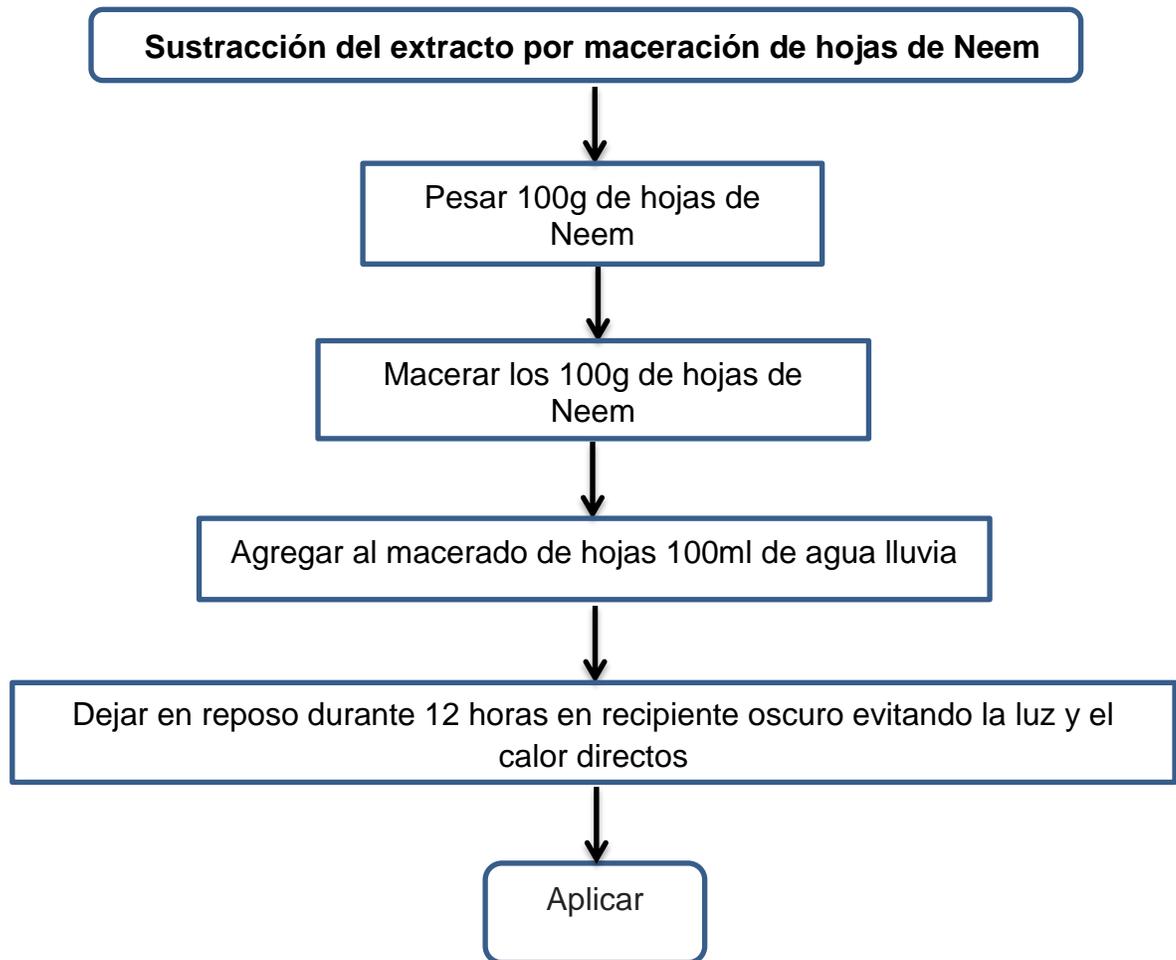


La extracción de las sustancias activas de las hojas de neem para los tratamientos T1 y T2 se realizó como lo muestran los diagramas de flujo siguientes:

**Figura 5.** Figura 6. Diagrama de flujo del protocolo de extracción por decocción



**Figura 6.** Diagrama de flujo del protocolo de extracción por maceración



**Materiales.** Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron para la presente investigación fueron:

- Animales en estudio: cuyes (*Cavia porcellus*)
- Piojos: *Gliricola porcelli*
- Hojas de neem (*Azadirachta indica*)
- Estufa
- Incubadora de laboratorio
- Mortero.
- Estereoscopio.
- Tazas plásticas con tapa
- Tela velo suizo

- Tijeras
- Peineta
- Probeta
- Hojas de árbol de neem.

### 5.3 TRATAMIENTOS

**T0:** Piojos sin ningún tratamiento

**T1:** Piojos tratados con sustancias extraídas a través de decocción

**T2:** Piojos tratados con sustancias extraídas a través de maceración

Para el tratamiento T0 se depositaron los piojos en la cama de pelo de cuy y se atomizaron con agua.

Para la preparación del tratamiento T1, se utilizaron 100g de hoja fresca de neem donde se agregó en un recipiente 100 ml de agua y se colocó a fuego, en el momento de la ebullición se adicionaron las hojas y se dejaron por 10 minutos en hervor, posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente y se aplicó a cada recipiente que poseía los piojos de dicho tratamiento, la aplicación de la sustancia se realizó por medio de un atomizador.

En el caso del tratamiento T2, se realizó el proceso de maceración de 100g de hojas de neem en un mortero de porcelana y posteriormente se agregó 100 ml de agua, se dejó reposar por 12 horas y finalmente se aplicó con un atomizador a cada repetición de este tratamiento.

### 5.4 UNIDADES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 90 piojos *Gliricola porcelli* repartidos en 9 recipientes plásticos adecuados con ventanas cubiertas con tela velo suizo y provista de cama de pelo de cuy. Para cada tratamiento se tomaron 3 de estos recipientes con 10 piojos cada uno. Los piojos se extrajeron de 2 cuyes machos con un peso promedio de 400 gramos, previamente escogidos por selección de mayor infestación.

### 5.5 VARIABLES ANALIZADAS

**Mortalidad:** después de aplicar los extractos se evaluó la mortalidad a las tres horas y a las 24 horas, donde se registró cada insecto muerto en cada tratamiento. Los criterios para determinar la mortalidad de los piojos de cada tratamiento fueron: que estuvieran sin movimiento, sin respuesta al tacto o con apariencia de completa deshidratación.

Para encontrar el porcentaje de mortalidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%M = (M * 100) / M_0$$

**Porcentaje de Eficacia:** se estimó a partir de la cantidad de piojos vivos del tratamiento testigo y de la cantidad de piojos vivos después de los tratamientos, utilizando la fórmula de Abbott (1925)

$$Eficacia (\%) = [(Cd - Td) / cd] * 100$$

Donde:

**Cd:** individuos vivos después del tratamiento en el testigo.

**Td:** individuos vivos después de la aplicación del Tratamiento

## 6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño completamente al azar (DIA), con 3 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones, cada réplica con 10 piojos en estadio adulto, para un total de 30 animales por tratamiento, cada réplica constituye una representación y cada 3 réplicas un tratamiento. Se realizó la prueba de comparación de medias DUNCAN para determinar la diferencia entre los tratamientos.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT y se usó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = respuesta de la variable del tratamiento  $Y$ , repetición  $j$

$\mu$  = media general

$T_j$  = efecto debido al tratamiento

$E_{ij}$  = error experimental asociado a cada unidad experimental

En el trabajo se plantearon las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2$

Donde no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

**H<sub>a</sub>:**  $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2$

Donde existe por lo menos un tratamiento que presenta un resultado diferente a las variables a evaluar.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para realizar el diseño experimental se utilizó la cantidad de piojos vivos o supervivencia. En dicho análisis se pudo establecer que existen diferencias entre los tratamientos para las 3 y 24 horas (Tabla 1 y 2). Según la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ), para 3 horas después de la aplicación de los tratamientos se encontró que el tratamiento T0 (tratamiento testigo) tuvo una media de 6,6 siendo mayor a las medias de los tratamientos T1 Y T2 indicando que posee el mayor número de supervivencia. Por el contrario, al comparar los tratamientos T1 y T2, el de mayor supervivencia fue el tratamiento T1 por lo que se asume que hay un mejor efecto insecticida en el tratamiento T2 por tener la menor supervivencia de la totalidad de los tratamientos.

A las 24 horas se analizó la totalidad de la mortalidad de cada tratamiento sumando la mortalidad que se verificó a las 3 horas. Con estos datos encontrados se realizó análisis de varianza, encontrando un FC de 66.8, evidentemente mayor al FC tabulado, tanto al 95 y 99%, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos. Al efectuar la prueba de Duncan, se encontraron resultados similares a los hallados a las 3 horas después de la aplicación de los tratamientos. El tratamiento T0 obtuvo mayor supervivencia que los tratamientos T1 y T2, demostrando que entre T1 Y T2 el de mayor mortalidad fue el tratamiento T2, por poseer la menor supervivencia.

Al calcular la variable de porcentaje de mortalidad a las 3 y 24 horas se encontraron los siguientes resultados:

**Tabla 1.** . Mortalidad de los piojos *Gliricola procelli* a las 3 y 24 horas después de la aplicación de los tratamientos

MORTALIDAD A LAS 3 HORAS		MORTALIDAD A LAS 24 HORAS	
TRATAMIENTO		TRATAMIENTO	
T0	3,3%	T0	20%
T1	40%	T1	76,6%
T2	70%	T2	93,3%

Al comparar la cantidad de piojos muertos a los diferentes tiempos de observación, se encontró una mayor mortalidad en a las 24 horas después de la aplicación en comparación de las 3 horas en los tratamientos T0 y T1 con 5 y 11 respectivamente; por lo contrario, en T2 se encontró una mortalidad de 7. Sin embargo, al realizar la sumatoria total de los tratamientos se encuentra una mayor mortalidad en T2.

**Figura 7.** Mortalidad total de los pijos *Gliricola porcelli* después de la aplicación de los tratamientos

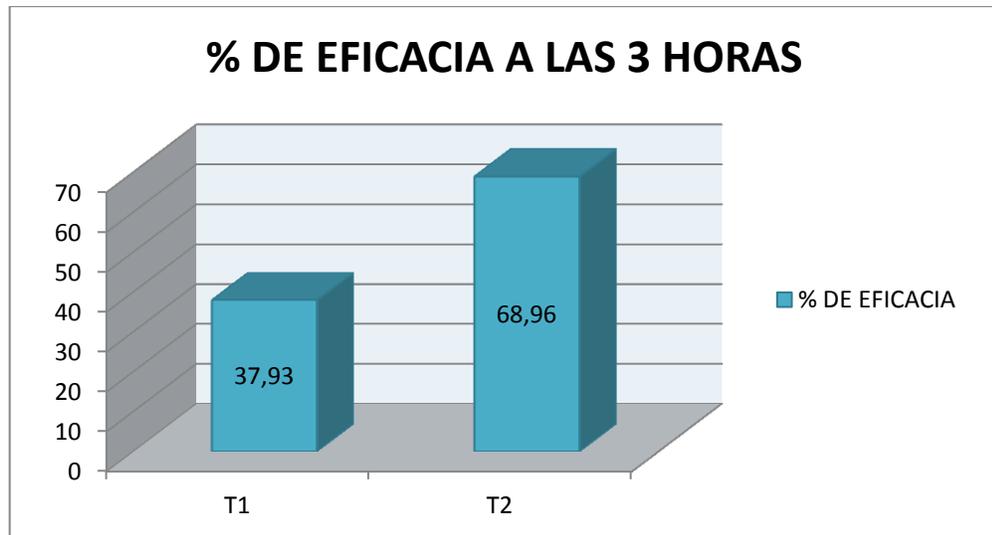


Teniendo en cuenta que la FAO citada por Turmero, “considera eficaz un producto acaricida cuando éste produce un 60% de muertes en las garrapatas”<sup>(37)</sup>. Se pudo corroborar que el extracto de maceración de Neem utilizado durante la experimentación, no solo tiene actividad acaricida, sino también puede ser considerado como eficaz, ya que produjo un 76,6% de muertes en T1 y 93,3% en T2 a las 24 horas.

En la variable eficacia se encontró que el tratamiento T2 tiene un porcentaje de 68,96 siendo mayor que la eficacia del tratamiento T1 que obtuvo un valor de 37,93 %

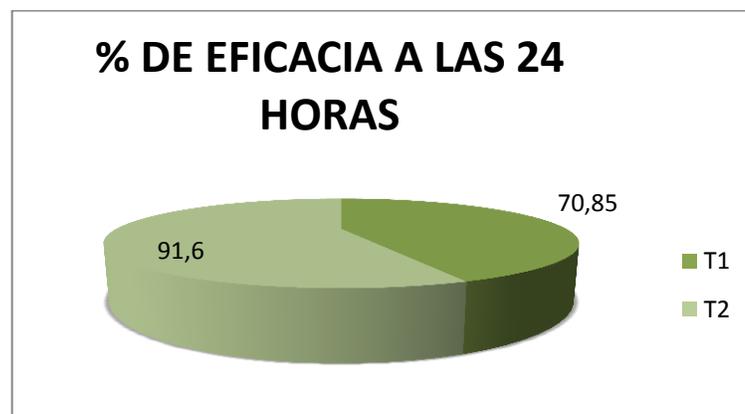
<sup>37</sup> TURMERO PEREZ Iván José. Evaluación in vitro de los efectos acaricidas del extracto de Neem (*Azharidacta indica*) sobre la garrapata *Boophylus microplus*. La Habana, Cuba. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, 2012. 12p.

**Figura 8.** Porcentaje de eficacia a las 3 horas después de la aplicación de los tratamientos



A las 24 después de la aplicación, se apreció que el tratamiento T2 continúa siendo el de mayor eficacia, en este caso demostró un valor de 91,6% en comparación del tratamiento T1 con un porcentaje de 70,85.

**Figura 9.** Porcentaje de eficacia a las 24 horas des pues de la aplicación de los tratamientos



Para Isea, *et al.*, El árbol de neem (*Azadirachta indica*) posee una alta eficiencia como repelente o plaguicida y bajo efecto residual; los principios activos se encuentran en todas sus partes”<sup>(38)</sup>.

<sup>38</sup> ISEA., *et al.* Op. cit., p. 329

El principal biocida y de mayor concentración en el árbol de neem es la azaridactina (del grupo de los tetrahidroterpenoides conocidos como limonoides). Por ello se explica la eficacia encontrada en esta investigación.

Además debe tenerse en cuenta que la concentración manejada fue del 50%, lo que genera mayor concentración de azaridactina en comparación de trabajos realizados con concentraciones más bajas, tales como 5% trabajado en garrapatas en donde se encontraron mortalidades significativas con promedios de 19,75 y 37,5 para el grupo tratado con Neem y el control con agua (Guerra *et al.*, citado por Isea)<sup>39</sup>. En otra investigación se manejó solución acuosa de hojas de Neem de 30%, donde en el control negativo (agua) hubo un total de 2 muertes, lo que equivale a un 7%, para el grupo control positivo (Amitraz) 26 muertes, equivalente al 87%, y en el grupo tratado con extracto acuoso de Neem 19 muertes, para un 19% (Turmero)<sup>40</sup>.

Dichas investigaciones generaron mortalidades más bajas que la encontrada en esta investigación. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la fisiología de las garrapatas es muy diferente a la de los piojos *Gliricola porcelli*, lo que las hace más resistentes a condiciones ambientales adversos.

La azaridactina se considera un fitotóxico de amplio espectro. Según la Fundación Friedrich – Naumann, citada por Reyes, “los extractos de neem han inhibido la alimentación en 170 especies de insectos en siete órdenes, así como el crecimiento normal en especies de 4 órdenes y han probado ser tóxicos a los afidios, a las termitas y a varias orugas”<sup>(41)</sup>.

En la presente investigación se encontró que el método más efectivo para utilizar los principios activos de las hojas de neem contra *Gliricola porcelli*, es el método de extracción por maceración ya que obtuvo un porcentaje de 93,3 en comparación con el método de extracción por decocción que obtuvo un valor de 76,6%. Dichos resultados se pueden haber presentado porque pueden existir sustancias sensibles al calor que son volátiles o se descomponen con el proceso de decocción. Los limonoides son triterpenos que se encuentran en el árbol de neem, dichas sustancias son las responsables del efecto insecticida. Los triterpenos contienen en su estructura isoprenos que son sensibles a la descomposición por calor. Según Ara “en la maceración en frío se puede preservar aquellos principios activos solubles en agua pero muy sensibles al calor”<sup>(42)</sup>.

---

<sup>39</sup> ISEA., *et al.* Op. cit., p. 329.

<sup>40</sup> TURMERO., *et al.* Op cit., p 1.

<sup>41</sup> REYES, VALERO y GARAY. Op. cit., p. 23.

<sup>42</sup> ARA ROLDAN Alfredo. 100 plantas medicinales escogidas: una guía de plantas de todo el mundo seleccionadas por su valor terapéutico. 1 ed. Madrid, España. EDAF S.A. 1997. 416 p.

Rodríguez, afirma que:

A nivel artesanal se pueden obtener extractos en base acuosa satisfactoriamente ya que a pesar de que las sustancias activas son estructuras químicas complejas pueden encontrarse almacenados en la planta unidos a azúcares, lo que incrementa su solubilidad en agua. Por lo que se puede apreciar en la eficacia de los extractos acuosos usados en esta investigación, podemos concluir que existen cantidades significativas de sustancias activas solubles en agua, posiblemente unidos a azúcares <sup>(43)</sup>.

Para afirmar esta proposición, Keher y Nagi, citados por Etcheverry ( <sup>44</sup>), manifiestan que as hojas de Neem posee un 50% de carbohidratos, lo que implica un contenido significativo al cual pueden estar los principios activos de efecto insecticida (limonoides) unidos a dichos azúcares.

---

<sup>43</sup> RODRIGUEZ. Op. cit., p 114.

<sup>44</sup> ETCHEVERRY. Op. cit., p 6.

## 8. CONCLUSIONES

- Los sustratos acuosos por decocción y por maceración presentan efecto insecticida en el ectoparásito *Gliricola porcelli*.
- El sustrato extraído por medio de maceración presenta el mayor porcentaje de mortalidad total en comparación al sustrato acuoso extraído a través de decocción.
- El sustrato acuoso por maceración de hojas de neem presento la mayor eficacia contra *Gliricola porcelli*, mostrando un 68,9 % a las 3 horas y un 91,6 % a las 24 horas.
- Los tratamientos son factibles de realizar y requieren de poco tiempo para su preparación.
- Existen tratamientos etnoveterinarios que pueden ser eficaces contra ectoparásitos de forma similar a productos sintéticos.

## 9. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones de los tratamientos utilizados en esta investigación *in vivo* para verificar las reacciones etológicas, fisiológicas y productivas que se puedan presentar
- Efectuar estudios adecuados y precisos sobre los principios químicos contenidos en los extractos de neem y su mecanismo de acción.
- Desarrollar una evaluación previa de los principios activos que se pueden obtener a través de la decocción y maceración de hojas de neem para su identificación y posible atribución a los efectos encontrados.
- Fortalecer y fomentar los medios de divulgación de la presente investigación para que los productores puedan hacer uso de la misma.
- Promover las investigaciones del área agroecológica para fomentar el cambio de la agricultura convencional a una agricultura sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

ARA ROLDAN Alfredo. 100 plantas medicinales escogidas: una guía de plantas de todo el mundo seleccionadas por su valor terapéutico. 1 ed. Madrid, España. EDAF S.A. 1997. 416

BIOSTAR. Insecticida orgánico, Azathron [online]. México. Jun. 2014 [cited 22 January 2015]. Disponible en internet: <URL: <http://www.biostarmexico.com.mx/productos-pdf/6/AZATHRON%20200CE.pdf>>.

CELIS Álvaro; MENDOZA Cristina; PACHÓN Marco; CARDONA José; DELGADO Wilman; CUCA Luis Enrique. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia *piperaceae*. En: Agronomía colombiana. 2008, vol. 1, no. 26, p. 97-106.

CONSEJO EUROPEO PARA EL CONTROL DE LAS PARASITOSIS DE LOS ANIMALES DE COMPAÑÍA. Ectoparásitos Control de insectos y garrapatas que parasitan a perros y gatos. En: Guía ESCCAP. Diciembre, 2006, no. 3, p 1-42

DEL VALLE PEZZAROSI Álvaro. Eficacia de la infusión de la hoja de neem *Azadirachta indica* administrado por vía oral para el control de *oxyuris equi* en caballos. Tesis para optar por el título profesional de Médico Veterinario. Guatemala. Universidad De San Carlos De Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Escuela de Medicina Veterinaria. 2011. 30 p.

DIRECTORA DE NEEMVER. El Neem en la Salud Animal y en el Control de Plagas. En Revista Vinculando. (Mexico). Enero, 2008, p. 4.

DITTMAR Katharina. Evaluación de ectoparásitos en los conejillos de Indias, Momias del Yaral y Moquegua Valle, En El Sur De Perú. En: Revista Antropol Chile. 2000, vol., no. 32, p. 123-125

ETCHEVERRY Natalia. Nemm, la Planta Asombrosa. En Medicina Tradicional de México y sus Plantas Medicinales (México). Marzo, 2003. no.18, p. 12.

Guinea Lynx. Piojos, a veces llamado " Los piojos Running" [online], march 2015. [Cited 1 february 2015]. Disponible en internet: <URL: 3. <http://www.guinealynx.info/lice.html>>.

IBÁÑEZ Facundo y ZOPPOLO Roberto. Extractos de “paraíso” para control de insectos. En: Manejo de plagas en agricultura orgánica. Junio, 2008, no.94, p 7-8.

MYERS P; ESPINOSA R; PARR C. S., JONES T; HAMMOND G. S; DEWEY T. A. *Gliricola porcelli*. Animal Diversity Web [online]. Michigan. 2014 [cited 25 January]. Disponible en internet <URL: [http://animaldiversity.org/accounts/Gliricola\\_porcelli/classification/](http://animaldiversity.org/accounts/Gliricola_porcelli/classification/)>.

PEREZ PACHECO Rafael; RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ Cesáreo; LARA REYNA Joel; MONTES BELMONT Roberto y RAMÍREZ VALVERDE Gustavo. Toxicidad De Aceites Y Extractos Vegetales En Larvas De Mosquito Culex Quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae). En: Acta Zoológica Mexicana. Mayo, 2004, vol.1 no.21, p. 141-152.

RAMÍREZ MORENO Luis A.; GARCÍA BARRIOS Luis E.; RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ Cesáreo; MORALES Helda E.; CASTRO RAMÍREZ Adriana E. Evaluación Del Efecto Insecticida De Extractos De Plantas Sobre *Leptophobia Aripa Elodia*. En: Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica).2001. no. 60, p. 50-56.

REYES C Elio C.; VALERO Styles W. y GARAY J. Darío A. Estudio Preliminar De Las Propiedades Físicas De La Especie *Azadirachta Indica* (Neem), Procedente Del Estado Falcón (Venezuela). En: Revista Forest. Venezuela. 2003, vol. 2, no. 47., p. 23-29.

ROBLES NORIEGA, Katherine y CHÁVEZ VELÁZQUEZ, Amanda. Evaluación de la parasitosis externa en cuyes (*Cavia porcellus*) de crianza familiar comercial en el distrito de Oxapampa-Pasco; en las épocas de lluvia y seca. Tesis para optar por el título profesional de Médico Veterinario. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Facultad De Medicina Veterinaria. 2012. 78p.

RODRÍGUEZ H, C. Fitoinsecticidas en el combate de insectos: Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano. En: Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. Guatemala, 1993. p. 112-125.

SERRA A. Joan, A.; BADIA M Sans y VILADOT Riba. Caracterización de la actividad antialimentaria de extractos de frutos y semillas de *Melia azedarach* L. y de *Azadirachta indica* A. sobre larvas del lepidóptero *Sesamia nonagrioides* Lef. En: Plagas. 1998, no.24. p. 1019-1032.

SOARES PEREIRA Josivania; PAZ PINHEIRO Weibson; BESSA Ericka Natália; RODRÍGUEZ DE PAIVA Kaliane Alessandra; ARAÚJO DE SOUZA Fonseca Zuliete Aliona; COSTA COELHO Wesley Adson; LUSTOSA PIMENTEL Muriel Magda; CORREIA RIBEIRO Wesley Lyeverton; MENDES AHID Sílvia María. Parasitismo por *Gliricola porcelli* (Schrank, 1781) em *Cavia porcellus*, em Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. En: Revista brasileira de higiene e sanidade animal. Julio, 2013, vol. 7, no. 2, p 250-257.

TURMERO PEREZ Iván José. Evaluación in vitro de los efectos acaricidas del extracto de Neem (*Azharidacta indica*) sobre la garrapata *Boophylus microplus*. La Habana, Cuba. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", 2012. 12p.

# Anexos

**Anexo A.** Tabla de mortalidad a las 3 y 24 horas después de la aplicación de los tratamientos.

<b>Mortalidades encontradas a las 3 horas después de la aplicación de los tratamientos</b>					
<b>T0</b>	<b>MORTALIDAD</b>	<b>T1</b>	<b>MORTALIDAD</b>	<b>T2</b>	<b>MORTALIDAD</b>
Repetición 1	0	Repetición 1	4	Repetición 1	7
Repetición 2	0	Repetición 2	5	Repetición 2	6
Repetición 3	1	Repetición 3	3	Repetición 3	8
<b>Mortalidades encontradas a las 24 horas después de la aplicación de los tratamientos</b>					
<b>T0</b>	<b>MORTALIDAD</b>	<b>T1</b>	<b>MORTALIDAD</b>	<b>T2</b>	<b>MORTALIDAD</b>
Repetición 1	1	Repetición 1	3	Repetición 1	2
Repetición 2	2	Repetición 2	4	Repetición 2	3
Repetición 3	2	Repetición 3	4	Repetición 3	2
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>		<b>23</b>		<b>28</b>

**Anexo B.** Andeva para supervivencia a las 3 horas después de la aplicación de los tratamientos.

ANDEVA							
FV	GL	Sctra	CM	FC	FTab.		
					95%	99%	
Tratamientos	2	66,9	33,45	42,7021277	5,14	10,92	
error	6	4,7	0,783				
total	8						

**Anexo C.** Andeva para supervivencia a las 24 horas después de la aplicación de los tratamientos.

Andeva						
FV	GL	Scrat	CM	FC	FC tabulado	
					95%	99%
Tratamientos	2	88,6	44,3	66,8679245	5,14	10,92
error	6	5,3	0,6625			
total	8					