

PANORAMA ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRESAS VIVAS
EN PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN *EX SITU* DE CINCO PARQUES
ZOOLOGICOS COLOMBIANOS

CAMILO ARMANDO PEÑAFIELD JUAJINOY
LAURA SANTACRUZ CALPA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ANIMAL
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015

PANORAMA ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRESAS VIVAS
EN PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN *EX SITU* DE CINCO PARQUES
ZOOLOGICOS COLOMBIANOS

CAMILO ARMANDO PEÑAFIELD JUAJINOY
LAURA SANTACRUZ CALPA

Informe final presentado como requisito para optar por el título de
ZOOTECNISTA.

Directora
ANA JULIA MALLAMA GOYES

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ANIMAL
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son
responsabilidad exclusiva de los autores”.**

**Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable
Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

Nota de aceptación:

ANA JULIA MALLAMA GOYES
Presidente

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES
Jurado delegado

LUIS ERNESTO VITERI SARASTI
Jurado

San Juan de Pasto, Junio 2015

DEDICATORIA

A Dios.

A mi Padre Arturo Santacruz, Gracias por permitirme hacer este sueño realidad.

A Cami, Anita y Thomas por ser la alegría de mi vida.

A mi madre y hermana, porque a pesar de las dificultades siempre están ahí.

A mi tía Aida.

A mi novio Jorge, por toda la paciencia, el amor, cariño y comprensión.

A mis amigos, aquellos que han estado en las buenas y en las malas.

Al Consejo de Estudiantes de Zootecnia (CEZ).

A la Revista de la Facultad de Ciencias Pecuarias (REVIP).

A Camilo Peñafiel.

Laura Santacruz Calpa

DEDICATORIA

A Dios por cada oportunidad y por su respaldo. Aprendí que para él nada es casualidad.

A mi padre, por su apoyo incondicional, por sus consejos y su seguridad.

A mi madre por la motivación, por regalarme una forma diferente de ver la vida, por enseñarme a amar lo propio, lo natural y cultural.

A mi hermana, por su alegría, tenacidad y compañía.

A Jessica, por su apoyo, por una linda oportunidad, por su constancia, por su mano al caminar.

A mis tías y tíos, por la fuerza, porque nos enseñaron a levantarnos y no perder la unidad.

A mis docentes por su generosidad, al alma mater por su disposición.

Al comité curricular, al hoy decano Javier Andrés y al director Ernesto Viteri, por su paciencia, por las enseñanzas, por las reuniones de cada miércoles, y el apoyo al Consejo de estudiantes de Zootecnia (CEZ).

Al grupo de investigación FISE, por abrirnos sus puertas.

A mis amigos, por una buena amistad.

Camilo Armando Peñafiel Juajinoy

AGRADECIMIENTOS

ANA JULIA MALLAMA GOYES. Zootecnista. Universidad de Nariño.

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES. Zootecnista, Ing. en Producción Acuícola, Esp. M.Sc. Decano Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño.

LUIS ERNESTO VITERI SARASTI. Zootecnista. M.Sc. Director Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA. Secretario Académico Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño.

LICETH MORALES CORAL. Secretaria Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

Facultad de ciencias pecuarias de la Universidad de Nariño.

Un agradecimiento especial a:

Dra. CAROLINA FALLA, Directora Ejecutiva ACOPAZOA.

Dr. DIEGO ZARATE, Fundación Zoológico Santacruz (Bogotá - Cundinamarca).

Dr. GUSTAVO CAICEDO. Fundación Zoológico de Cali (Cali - Valle del Cauca).

Dr. DAVID MAURICIO OSSA. Parque Recreacional y Zoológico Piscilago
(Melgar-Tolima).

Dr. DARWIN RUIZ. Parque Zoológico Santa Fe (Medellín - Antioquia).

Dr. JULIÁN MEDINA. Zoológico Matecaña (Pereira - Risaralda).

A todas las personas que de alguna manera colaboraron con la realización de este proyecto.

CONTENIDO

GLOSARIO.....	14
RESUMEN.....	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN.....	18
1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	19
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. MARCO TEÓRICO.....	23
4.1 IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE ANIMALES <i>EX SITU</i>	23
4.2 FUNCIÓN DE LOS ZOOLOGICOS	24
4.3 ALIMENTACIÓN ANIMAL EN ZOOLOGICOS.....	28
4.4 ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL CON PRESAS VIVAS	29
4.5 ANIMALES QUE CONSUMEN PRESAS VIVAS	30
4.6 ALIMENTO VIVO O PRESA VIVA.....	30
4.7 PRESAS VIVAS EMPLEADAS EN LA ALIMENTACIÓN.....	31
4.7.1 Gusano de harina o Tenebrio (Tenebrio molitor).	31
4.7.2 Grillos (Acheta doméstica).	32
4.7.3 Moscas (Drosophila melanogaster).....	33
4.7.4 Ratas (Rattus norvegicus) variedad albina.....	34
4.7.5 Ratones (Mus musculus).	35
4.7.6 Gusano de seda - Larva (Bombyx mori).	37
4.7.7 Lombrices de tierra (Lumbricus terrestris).	37
4.7.8 Conejos (Oryctolagus cuniculus).	38
4.8 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE PRESAS VIVAS.....	39
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	41
5.1 LOCALIZACIÓN.....	41
5.2 METODOLOGÍA	41
5.2.1 Unidad experimental.	41

5.2.2 Metodología para la recolección de la información..	42
5.2.3 Tiempo requerido para la recolección de información.	42
5.2.4 Materiales y equipos de recolección de información.....	42
5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	43
5.3.1 Variables a evaluar	43
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
6.1 TIPO DE ESPECIES UTILIZADAS COMO PRESAS VIVAS	45
6.2 TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE ESPECIES EMPLEADAS COMO PRESAS VIVAS O PRESAS COMPLETAS.	50
6.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PRODUCCIÓN EN BIOTERIOS.....	51
6.3.1 Uso de registros..	51
6.3.2 Ratas (<i>Rattus norvegicus</i>) variedad albina y ratones (<i>Mus musculus</i>).....	53
6.3.2.1 Producción y reproducción.	53
6.3.2.2 Uso como presa viva.	60
6.3.2.3 Alimentación.....	61
6.3.2.4 Sanidad..	64
6.3.2.5 Mortalidad.	66
6.3.2.6 Rutinas de manejo.....	67
6.3.2.7 Instalaciones.	67
6.3.3 Tenebrios (<i>Tenebrio molitor</i>).....	69
6.3.3.1 Nacimientos.	70
6.3.3.2 Uso como presa viva..	70
6.3.3.3 Alimentación.....	72
6.3.3.4 Mortalidad..	72
6.3.3.5 Sanidad.....	73
6.3.3.6 Rutinas de manejo. :.....	73
6.3.3.7 Instalaciones.	73
6.3.4 Grillos (<i>Acheta doméstica</i>).	74
6.3.4.1 Nacimientos.	74
6.3.4.2 Uso como presa viva.	74
6.3.4.3 Alimentación.	76
6.3.4.4 Mortalidad..	77

6.3.4.5 Sanidad.....	77
6.3.4.6 Rutinas de manejo.	77
6.3.4.7 Instalaciones.	78
6.3.5 Conejos (<i>Oryctolagus cuniculus</i>).	78
6.3.5.1 Nacimientos.	78
6.3.5.2 Uso como presa viva.	78
6.3.5.3 Alimentación.....	79
6.3.5.4 Mortalidad..	80
6.3.5.5 Sanidad.....	80
6.3.5.6 Rutina de manejo..	80
6.3.5.7 Instalaciones.	80
6.3.6 Cucarachas (<i>Blatta orientalis</i>).	80
6.3.6.1 Nacimientos.....	80
6.3.6.2 Uso como presa viva.	81
6.3.6.3 Alimentación.....	81
6.3.6.4 Mortalidad.	81
6.3.6.5 Rutina de manejo.	81
6.3.6.6 Instalaciones.	81
6.3.7 Cochinillas de humedad (<i>Armadillium vulgare</i>).	82
6.3.7.1 Nacimientos.	82
6.3.7.2 Uso como presa viva.	82
6.3.7.3 Alimentación.	82
6.3.7.4 Mortalidad.	83
6.3.7.5 Rutina de manejo.	83
6.3.7.6 Instalaciones.	83
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
7.1 CONCLUSIONES.....	84
7.2 RECOMENDACIONES.....	86
8. BIBLIOGRAFÍA.....	87
9. ANEXO.....	94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición nutricional de las principales presas vivas utilizadas en zoológicos.	40
Tabla 2. presas vivas en zoológicos colombianos	45
Tabla 3. Inventario de especies incluidas en programas de alimentación o enriquecimiento ambiental con ratas y ratones, zoológico 1	46
Tabla 4. Inventario de especies incluidas en programas de alimentación o enriquecimiento ambiental con ratas y ratones, zoológico 2	47
Tabla 5. Inventario de especies incluidas en programas de alimentación o enriquecimiento ambiental con ratas y ratones, zoológico 3	48
Tabla 6. Registros en producción de presas vivas	52
Tabla 7. Producción anual en ratas	53
Tabla 8. Producción anual ratones	54
Tabla 9. Producción y demanda anual en ratas	56
Tabla 10. Producción y demanda anual en ratones	56
Tabla 11. Parametros reproductivos encontrados en ratas	58
Tabla 12. Parametros reproductivos encontrados en ratones	58
Tabla 13. Comparación de alimentos balaceados para alimentación de ratas y ratones	62
Tabla 14. Causas mas comunes de muerte	66
Tabla 15. Espacio utilizado en relación al peso de roedores	69
Tabla 16. Cantidad de animales producidos	70
Tabla 17. Cantidad de animales producidos	75
Tabla 18. Comparación de alimento balanceado en conejos	80

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Zoológicos de Colombia seleccionados para esta investigación	41
Cuadro 2. Tipo de alimento suministrado a tenebrios	72
Cuadro 3. Tipo de alimento suministrado a grillos	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Funciones de los zoológicos	27
Figura 2. Tenebrio	32
Figura 3. Grillo	33
Figura 4. Mosca de la fruta	34
Figura 5. Rata	35
Figura 6. Ratones	36
Figura 7. Ciclo de vida del gusano de seda	37
Figura 8. Ciclo de vida lombriz de tierra	38
Figura 9. Conejo	39
Figura 10. Forma de entrega de ratas y ratones	60
Figura 11. Tipo de alimentación en ratas y ratones	61
Figura 12. Cantidad de alimento diario en ratas	63
Figura 13. Cantidad de alimento diario en ratones	64
Figura 14. Desinfección de bioterios de ratas y ratones	65
Figura 15. Frecuencia de desparasitación de ratas y ratones	65
Figura 16. Materiales de construcción del bioterio	68

GLOSARIO

ALIMENTACIÓN: es la ingestión de alimento por parte de los organismos para proveerse de sus necesidades alimenticias, fundamentalmente para conseguir energía y desarrollarse.

BIENESTAR ANIMAL: el bienestar animal se puede definir como un estado de completa salud mental y física, donde el animal está en perfecta armonía con el ambiente que le rodea; siendo el estado en el que el individuo no tiene que enfrentarse con su entorno.

BIOTERIO: el bioterio es el lugar donde se alojan animales que cuentan con una calidad genética y microbiológica definida. Dichos animales son reactivos biológicos generalmente utilizados en investigación o para producción. Es el lugar físico donde se crían, mantienen y utilizan animales de laboratorio. Este lugar debe brindar un adecuado macroambiente y microambiente, acorde a la especie animal que se esté alojando.

CONSERVACIÓN *EX SITU*: consiste en el mantenimiento de algunos componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales. Este tipo de conservación incluye tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el establecimiento de colecciones de campo y el manejo de especies en cautiverio.

ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL: en el cuidado de los animales en cautividad consiste en mejorar su bienestar tanto físico como psicológico, identificando y proporcionándoles los estímulos ambientales necesarios para optimizar su calidad de vida.

ESTEREOTIPO: o también llamado estereotipia se refiere a los comportamientos repetitivos en animales en cautiverio, en particular los que recibieron estimulación mental inadecuada, muchas estereotipias pueden ser inducidas por el confinamiento y ambientes artificiales que no permiten a los animales satisfacer sus necesidades de comportamiento normales. "comportamiento indicativo de un entorno anormal".

FAUNA SILVESTRE: según el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables: "Entiéndase por fauna silvestre el conjunto de animales que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético o cría y levante regular o que han regresado a su estado salvaje, excluidos los peces y todas las demás especies que tienen su ciclo total de vida dentro del medio acuático".

INVERTEBRADO: se denomina invertebrados a todos aquellos animales (reino animalia) que no se encuadran dentro del subfilo de los vertebrados, del filo

cordados (Chordata). El nombre alude a que, a diferencia de estos últimos, carecen de columna vertebral o notocorda y de esqueleto interno articulado. Agrupa al 95% de todas las especies animales.

PARQUE ZOOLOGICO: es una instalación o recinto en el que se mantiene una reserva de animales vivos, con fines educativos y de conservación. El término parque zoológico se refiere a la zoología, el estudio de los animales, un término que se derivan del griego *zoo* (zoo: "animal") y *λόγος* (*lógos*: "estudio"). Actualmente el número de colecciones de animales abiertas al público en todo el mundo supera los 1.000, alrededor del 80 por ciento de ellos en las ciudades

PRESA VIVA: son animales vivos que se usan para la alimentación de otras especies con dietas carnívoras o insectívoras.

PRESA COMPLETA: son animales completos sacrificados previamente empleados en la alimentación de especies con dietas carnívoras o insectívoras.

PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS: los parámetros productivos o zootécnicos, son indicadores de referencia para medir que tan rentable, eficiente y productiva puede ser una determinada producción animal. Permiten conocer cuáles son los puntos débiles de una producción y qué medidas se pueden implementar para mejorar. Normalmente los parámetros productivos, se basan en condiciones ideales, cosa que comúnmente no se da en campo, por eso es importante conocer las condiciones en las que se midieron esos parámetros.

VERTEBRADO: los vertebrados (Vertebrata) son un subfilo muy diverso de cordados que comprende a los animales con espina dorsal o columna vertebral.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en cinco parques zoológicos de Colombia: ubicados en Cali (Valle del Cauca), Pereira (Risaralda), Melgar (Tolima), Bogotá (Cundinamarca) y Medellín (Antioquia). En estas instituciones se recopiló información referente el tipo de especies utilizadas, técnicas de obtención, uso de registros, manejo de producción, tipo de alimentación, instalaciones y sanidad de animales utilizados como presas vivas para la alimentación y enriquecimiento ambiental de especies silvestres conservadas *ex situ*.

Se encontró que las cinco instituciones visitadas tienen implementado producción de ratas, ratones y tenebrios, cuatro de ellas producción de grillos, dos producciones de cucarachas y finalmente una institución producción de conejos y cochinillas de humedad. Se observó que el uso de registros productivos y de control es limitado y que el uso de presas vivas solamente se hace con fines de enriquecimiento ambiental; siendo más usual en la alimentación de animales silvestres el uso de presas completas previamente insensibilizadas.

De las tres especies con mayor frecuencia, se propuso una cartilla que contiene los protocolos de cría, ajustados a la información suministrada por los zoológicos y la revisión bibliográfica. Dichos protocolos se elaboraron con criterios zootécnicos para que resulten útiles en las instituciones de conservación de fauna silvestre.

Palabras clave: bioterio, conservación *ex situ*, producción animal, presas completas, presas vivas, zoológico.

ABSTRACT

This research was developed in five zoos from Colombia, located at Cali (Valle del Cauca); Pereira (Risaralda); Melgar (Tolima); Bogotá (Cundinamarca) y Medellín (Antioquia). In these institutions were compiled information about the type of species, techniques of obtaining, use of records, handling of production, type of food, installations and animal health used as live prey for food and environmental enrichment of wildlife species in *ex situ* conservation.

It was found that the five visited institutions have implemented the production of rats, mice and mealworms, four of them produce crickets, in two is being produced cockroaches and finally in one institution rabbit and pill bugs. It was observed that the use of production and control records is limited and live prey is only used for environmental enrichment purposes; being more usual in feeding wildlife animals using complete prey previously desensitized

Of the three species most often, it was proposed a handbook containing breeding protocols adjusted to the information supplied by zoos and literature review. These protocols were developed with zootechnical criteria to be useful in the institutions of wildlife conservation

Keywords: animal breeding, bioterium, *ex situ* conservation, feeding, live prey, complete prey, zoo.

INTRODUCCIÓN

Es responsabilidad de los profesionales encargados del mantenimiento de fauna silvestre *ex situ*, garantizar condiciones óptimas para lograr el bienestar de los animales; esto significa que deben homologarse las condiciones originales en medio natural para reducir índices de estrés y generación de comportamientos atípicos en cautiverio¹.

Para llevar a cabo lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta aspectos etológicos, fisiológicos y nutricionales, es pertinente implementar programas de producción en bioterios de animales como ratas, ratones, grillos y tenebrios, con el propósito de apoyar la formulación de dietas de animales carnívoros e insectívoros. Pese a ello, en Colombia e incluso en el mundo, existe poca información sobre esta práctica, no hay una línea de investigación que trate con detenimiento la cría de presas vivas en instituciones de conservación de animales silvestres, que permitan identificar y aplicar la mejor técnica de producción, incluyendo en ello los conceptos Zootécnicos (productivos / rentables).

El presente documento contiene el resultado de la investigación sobre el primer panorama de producción de presas vivas en el país. Tratándose de un tema poco estudiado, se espera que los resultados de esta investigación se constituyan en valiosos aportes para la conservación de especies silvestres en programas *ex situ* de Colombia. Entonces, La ejecución del proyecto resulta novedosa, ya que permitió indagar sobre un evidente vacío del conocimiento.

¹ PEÑA, Yolanda. Enriquecimiento ambiental en ratas: Efectos diferenciales sobre el sexo. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona. España. 2007. p. 16.

1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los zoológicos colombianos tienen larga trayectoria y numerosos avances en la búsqueda de su razón de ser. Aunque no oficial, algunos no concuerdan con el establecimiento *ex situ* de especies animales en estas instituciones, pues afirman que se trata de una forma de maltrato animal sin tener las bases suficientes para hacerlo. Sin embargo, es evidente que no existe mejor alternativa que evitar la destrucción del hábitat y la desaparición de las especies animales, es entonces donde nacen los zoológicos como una alternativa de gestión, protección y conservación que propende por la biodiversidad animal sin descartar el hecho de que en estos sitios se logre la reproducción y futura reconstitución y reintroducción de especies amenazadas y en peligro de extinción.

Pérez *et al*, mencionan que:

Los centros de atención y rehabilitación de animales silvestres, son centros especializados que cuentan con personal idóneo para la revisión médica, alimentación y manejo de animales, cuya función consiste en adoptar programas de atención para especies silvestres amenazadas y en peligro de extinción, animales producto de tráfico ilegal, decomiso, o animales que por alguna razón han sido extraídos de su medio natural; para de esta manera garantizar su conservación y facilitar la reincorporación de los especímenes a su medio original.²

Al respecto, la Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios - ACOPAZOA pone en manifiesto que “si, posterior a estudios clínicos y comportamentales resulta complicada la reincorporación natural (pocas probabilidades de supervivencia), los animales deben ser remitidos a los zoológicos, los cuales dentro de su función social y científica son considerados como soporte de los programas de conservación de fauna silvestre”³.

² PÉREZ, J; GUEVARA, L; ARROYO, A; CASTELAN, R. Programa de enriquecimiento ambiental y comportamental en úrsidos. Departamento de Bienestar Animal de African Safari. 2007.

³ ACOPAZOA, Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios. Directrices generales para la conservación *ex situ* de fauna silvestre en parques zoológicos y acuarios de Colombia. Bogotá D.C. Imprenta Nacional. 2002. p. 17.

Según la resolución 2064 de 2010⁴, para los zoológicos, la nutrición es un campo científico por indagar, pues la dieta de cada espécimen se adapta a su morfología - fisiología y se compone de diversidad de factores y elementos tanto internos como externos. En este sentido y atendiendo a los requerimientos de cada animal y a las técnicas de enriquecimiento ambiental (procedimiento basado en prácticas que logran mejorar las condiciones y situaciones de los animales con generación de estímulos comportamentales propios de cada especie, para reducir índices de estrés y comportamientos anormales), los centros y parques de conservación tienen la responsabilidad de proveer a los animales en cautiverio dietas que cumplan con sus requerimientos nutricionales y en condiciones similares a las del medio natural.

En el mundo y en Colombia se ha optado por la implementación de bioterios, cuya producción se destina para la alimentación de colecciones en cautiverio. A 63 años de inauguración del primer centro de conservación en el país, no se tienen referencia de esta práctica. Por ello, se seleccionó cinco parques zoológicos colombianos, para construir un panorama actual de producción de animales vertebrados o invertebrados que se alberguen, reproduzcan y alimenten dentro de las instituciones evaluadas.

⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (21 de octubre de 2010). Resolución 2064. Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá D.C. 2010. p. 3.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la situación actual de la producción de especies utilizadas como presas vivas en la alimentación de animales en cautiverio que se encuentran en los parques zoológicos de Colombia?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer el panorama actual de producción y utilización de presas vivas en programas de conservación *ex situ* de cinco parques zoológicos colombianos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información existente sobre el tipo de especies utilizadas, técnicas de obtención, uso de registros, manejo de producción, tipo de alimentación, instalaciones y sanidad de animales utilizados como presas vivas.
- Elaborar un protocolo general de producción de las tres especies animales más utilizadas como presas vivas en la alimentación de animales en zoológicos Colombianos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE ANIMALES *EX SITU*

Según ACOPAZOA⁵, “la conservación *ex situ* es uno de los componentes que integran la estrategia de conservación de la biodiversidad. Los zoológicos usan una gran variedad de técnicas en el manejo de la fauna, que pueden ser utilizadas en éste propósito. En la legislación colombiana, el término de conservación *ex situ* se ha entendido como "la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitat naturales", en donde los zoológicos cumplen un papel importante en la conservación de la diversidad de la fauna”.

Rodríguez y Guillen afirman que:

La “conservación *ex situ*” se define como la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales. Las colecciones *ex situ* incluyen colecciones de plantas o animales, parques zoológicos y jardines botánicos, instalaciones de investigación de vida silvestre y colecciones de germoplasma de taxones silvestres y domesticados⁶.

Los mismos autores indican que:

Muchas especies animales se encuentran en peligro de extinción. Mantener las especies bajo el cuidado humano no es suficiente para proteger la biodiversidad mundial, y la conservación de los ecosistemas es la única oportunidad para la supervivencia de la naturaleza de nuestro planeta. Por ello, los parques zoológicos no sólo tienen dichas especies amenazadas bajo su custodia con el fin de mantener una reserva de poblaciones *ex situ*, sino para complementar cada vez más sus actividades *ex situ* con proyectos de conservación *in situ*⁷.

Así mismo ACOPAZOA menciona que:

La conservación *ex situ* en el mantenimiento de la biodiversidad es esencial para la conservación de materiales biológicos de importancia directa o potencial, ya sea como respuesta a las necesidades del hombre (alimento, medicina, mascotas, etc.) o para el sostenimiento de elementos claves para

⁵ ACOPAZOA. Op. cit., p.36.

⁶ RODRÍGUEZ, M. y GUILLÉN, F. El parque zoológico un nuevo aliado de la biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Madrid. España. 2da ed. 2010. p.20.

⁷ Ibid., p.21.

la estabilidad de los ecosistemas. En algunas ocasiones hay que tener en cuenta que las prácticas de conservación *ex situ* traspasan las fronteras, para convertirse en acciones internacionales. La conservación *ex situ* generalmente se aplica en situaciones concertadas y bien definidas, como salvaguardar poblaciones que están en peligro de destrucción física y que no es posible efectuar una protección *in situ*. También se puede utilizar para salvaguardar poblaciones que están en peligro de deterioro genético.

La Estrategia Mundial de Conservación *ex situ* establece directrices técnicas como base para una gestión responsable de poblaciones *ex situ* en apoyo a la conservación, lo cual se funda en beneficios tanto para los taxones amenazados como para los hábitat asociados.

El objetivo primario de mantener poblaciones *ex situ* es el de servir de apoyo a la conservación de un animal amenazado, su diversidad genética, y su hábitat. Los programas *ex situ* deberán dar valor agregado a otros programas complementarios para la conservación⁸.

4.2 FUNCIÓN DE LOS ZOOLOGICOS

Rodríguez y Guillen definen:

Parque o jardín zoológico: como toda institución o establecimiento de visita pública que albergue una colección zoológica representativa, debidamente acondicionada desde el punto de vista ecológico, y esté destinada a fines científicos, culturales, de exhibición, recreativos o conservacionistas. Los parques zoológicos pueden desempeñar un importante papel como instrumentos de educación, como instituciones de conservación de especies y como colaboradores en las políticas de conservación de espacios naturales⁹.

Los zoológicos tienen diferentes funciones en cuanto a nivel cultural y ambiental, entre ellas están:

Uno de los roles fundamentales del zoológico, si no el más importante, es generar educación. La educación en zoológicos tiene características particulares, debido a la esencia misma y a las labores que este realiza; ya que de manera visual, auditiva y sensorial crea en el público visitante conciencia ecológica con conocimientos de flora y fauna silvestres. Creando así una experiencia positiva,

⁸ Ibid., p.37.

⁹ RODRÍGUEZ, M. y GUILLEN, F. Op. cit., p. 39.

que le permita comprender la importancia de la conservación, supervivencia y respeto por lo natural.

Para ello, existen tres valores explícitos que deben ser considerados: los educativos, los generados a través de la investigación y por último, la reproducción de especies amenazadas, para luego, en caso de requerirse y ser factible, se considere y proyecte programas de repoblamiento en zonas donde ya han desaparecido especies o zonas donde se requiera reforzar poblaciones sobrevivientes en medios naturales¹⁰.

Se calcula que aproximadamente 600 millones de personas en un año visitan los zoológicos en todo el mundo. Esta cifra es muchísimo mayor que cualquier otro lugar que vele por los recursos naturales, tales como museos, jardines botánicos, reservas naturales, parques nacionales, entre otros. Por lo tanto la educación juega un papel importante en la educación ambiental a nivel nacional y mundial¹¹.

El reto más grande de la conservación de la vida silvestre es mantener la actual diversidad genética y las poblaciones silvestres viables de todos los taxones en estado silvestre a fin de mantener las interacciones biológicas, función y procesos ecológicos¹².

El concepto, "conservación" en un parque zoológico, parte del sostenimiento viable del genoma más comprometido de una región y la concientización de sus ciudadanos sobre los acontecimientos de la naturaleza y la relación ambiental y cultural de las especies con sus entornos¹³.

La recreación se centra en un público visitante o espectador, por lo cual se considera como una de las funciones más representativas de este tipo de instituciones. Entregar posibilidades de recreación es un servicio importante para la comunidad, independientemente del beneficio económico que conlleve para los zoológicos¹⁴.

¹⁰ COLLADOS, Gustavo. El rol de los zoológicos contemporáneos. 1997. p. 21.

¹¹ CORREDOR, German. El papel de los zoológicos en la conservación de especies. Memorias II Curso Nacional para cuidadores de fauna silvestre en Colombia. Fundación Zoológica de Cali. Santiago de Cali. 1999. p. 9.

¹² ACOPAZOA. Op. cit., p. 36.

¹³ ALAS, C; CAÑAS, B; ROJAS, W. Diseño de un plan estratégico de mercadeo que incremente la afluencia de visitantes de la zona metropolitana de San Salvador al parque zoológico nacional. El Salvador. 2008. p. 12.

¹⁴ COLLADOS, Gustavo. Op. cit., p.20.

En el siglo XIX los zoológicos ya eran una fuente importante de conocimiento biológico. Muchas especies sólo pudieron ser estudiadas gracias a que se encontraban viviendo permanentemente en un espacio controlado: el zoológico. Debido a esto, los zoológicos jugaron un rol importante en el desarrollo de las ciencias biológicas descriptivas: anatomía, morfología, taxonomía, clasificación, estudio de la locomoción y alimentación entre otros.

La ciencia también se ha visto beneficiada en este siglo con la existencia de los zoológicos. Muchos de los primeros estudios de comportamiento fueron desarrollados en los zoológicos, y la mayor parte del conocimiento en medicina de animales exóticos es el resultado de la investigación en los mismos¹⁵.

Alas¹⁶ afirma que “Actualmente los parques zoológicos son instituciones que deben establecer recursos recreativos, educacionales y científicos, en pos de la conservación de la naturaleza”.

ACOPAZOA¹⁷ establece como metas a alcanzar del Programa Nacional de Conservación *ex situ* que los zoológicos se comprometan con tres acciones prioritarias como parte de la misión de estas instituciones:

- Apoyar activamente la conservación de las poblaciones de las especies en peligro y sus ecosistemas naturales.
- Ofrecer ayuda y facilidades para incrementar el conocimiento científico que beneficiará a la conservación.
- Promover un incremento en la conciencia pública y política, sobre la necesidad de conservar la sustentabilidad de los recursos naturales y la creación de un nuevo equilibrio entre los seres humanos y la naturaleza.

¹⁵ COLLADOS. Gustavo. Op. cit., p.32.

¹⁶ ALAS. C; CAÑAS, B; ROJAS, W. Op. cit., p.20.

¹⁷ ACOPAZOA. Op. cit., p.34.

Figura 1. Funciones de los zoológicos



Fuente: Adaptado de parque zoológico un nuevo aliado de la biodiversidad, 2010.

4.3 ALIMENTACIÓN ANIMAL EN ZOOLOGICOS

Los alimentos suministrados a los animales silvestres deben ser recomendados por expertos, ya que el proporcionar una alimentación incorrecta por un período de tiempo prolongado puede provocar en ellos la pérdida de habilidad para conseguir alimento por sí mismos, una mala nutrición, un desarrollo anormal, adquirir enfermedades, tener dificultades para reproducirse, ocasionar cambios de comportamiento o incluso la muerte¹⁸.

En su página web el Zoológico de Barranquilla afirma que:

Cuando un animal es extraído de su medio natural se propicia la alteración de varios aspectos de su vida, siendo uno de ellos el de la alimentación. En su ambiente, el animal se encarga de conseguir los alimentos necesarios para suplir sus necesidades nutricionales diarias, según sus adaptaciones físicas y fisiológicas, su comportamiento y su especie, por lo que, cuando un animal silvestre está en cautiverio, uno de las mayores problemas que hay que resolver es el de su nutrición.

Un programa adecuado de nutrición para animales de zoológico utiliza aspectos de manejo de dieta (que incluyen la adquisición de alimento, su almacenaje, preparación y distribución) y hace cumplir con las necesidades fisiológicas y psicológicas de todas las especies¹⁹.

Caicedo²⁰ complementa lo anterior con la importancia de contar con la experiencia no documentada, es decir, lo que los cuidadores de los zoológicos pueden transmitir acerca de la apetencia, preferencias y cambios en la aceptación de algunos o todos los componentes de la dieta. Además, menciona que en la creación de una dieta es importante conocer todos los nutrientes de los alimentos empleados.

El campo de nutrición de fauna silvestre sigue progresando con el transcurrir de los años, aunque el manejo en el campo nutricional no se debe limitar completamente al listado de ingredientes de una dieta, sino que por intermedio

¹⁸ GUILLEN, F y RAMÍREZ, S. Opciones de manejo para fauna silvestre en cautiverio. Parque de conservación de vida silvestre Zoo Ave. Colegio de biólogos de Costa Rica. 2004. p.25.

¹⁹ ZOOLOGICO DE BARRANQUILLA. [En Línea]. Barranquilla. 2012 [Citado el 12 de octubre de 2014]. Disponible en Internet: <http://zoobaq.org/zoo/zoo_alimentacion.php>

²⁰ CAICEDO, Gustavo. Elaboración y manejo de las dietas. Memorias II Curso Nacional para cuidadores de fauna silvestre en Colombia. Fundación Zoológica de Cali. Santiago de Cali. 1999. p. 49.

de la investigación se pretende variar las diferentes dietas, las cuales deberán corresponder a los requerimientos básicos que consumen en su hábitat natural²¹.

La resolución 2064 de 2010²² menciona que la unidad de nutrición debe estar aislada y contar con una infraestructura que contenga:

- Sección para la preparación de alimentos.
- Sección de almacenaje de alimentos perecederos y no perecederos.
- Sección de beneficiadero de animales de consumo, un bioterio, y opcionalmente una sección de producción de especies vegetales.

4.4 ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL CON PRESAS VIVAS

El sacar a los animales de su medio ambiente puede llevarlos a comportamientos anormales y frustración²³. En ocasiones el cambio al cual se ven sometidos es drástico, como encierros pequeños, soledad y monotonía, que termina por ocasionar comportamientos negativos, anormales y estereotipados, por lo cual se evidencia la necesidad de trabajar con enriquecimiento ambiental²⁴.

El enriquecimiento ambiental es proporcionarle al animal en cautiverio el mayor entretenimiento posible con cualquier método que no perjudique al animal en ningún sentido y que sea asequible para el lugar en donde el animal se encuentre. Ya que a los animales les gusta trabajar para conseguir su alimento, por lo tanto, el enriquecimiento ambiental debe contemplar su uso para generar una ocupación del animal y simular la vida silvestre²⁵.

²¹ ZOOLÓGICO DE BARRANQUILLA. Op. Cit.

²² COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. Cit. p.12.

²³ VARELA, Néstor. Bases de Nutrición en fauna silvestre. Boletín del grupo de estudio en animales silvestres. Vol. 5. No.1. 2003. p.10.

²⁴ GIRÓN, Adriana. Enriquecimiento ambiental. . Memorias II Curso Nacional para cuidadores de fauna silvestre en Colombia. Fundación Zoológica de Cali. Santiago de Cali. 1999. p. 73.

²⁵ VARELA, Néstor. Op. Cit. p.11.

En el hábitat natural los animales ocupan la mayor parte del tiempo buscando y obteniendo el alimento, esto nos da una idea de la importancia de implementar este tipo de prácticas dentro del programa de enriquecimiento ambiental.

Varios de los aspectos a tener en cuenta en el uso de la alimentación, específicamente de presas vivas en un programa de enriquecimiento ambiental es la diversidad, la forma de presentación y la frecuencia de alimentación, con el fin de que se permita acercar al animal a sus condiciones naturales en vida silvestre.

Las presas vivas tales como ratas, pollos y peces estimulan la conducta natural de caza y aumenta el grado de dificultad en la forma de obtención del alimento²⁶. Sin embargo, existen diferentes puntos de vista en cuanto a la implementación de esta práctica, ya que puede generar inconformidad por su manejo o puede que no funcione como se espera, lo cual sería objeto de otra investigación, por lo extenso del tema.

4.5 ANIMALES QUE CONSUMEN PRESAS VIVAS

La mayoría de animales tanto en su medio natural como en zoológicos consumen presas vivas, ya sean insectos o pequeños mamíferos como las ratas. Los animales que más consumen presas vivas o completas en estos sitios son:

- Primates pequeños
- Felinos pequeños
- Aves carnívoras y omnívoras
- Reptiles
- Anfibios y peces

4.6 ALIMENTO VIVO O PRESA VIVA

En su página electrónica SURICATA-GALEON define presa viva como:

Las presas vivas son animales vivos que se usan para la alimentación de otras especies con dietas carnívoras o insectívoras. Existen diferentes animales que pueden ser utilizados como presas vivas, estos varían desde langostas, tenebrios, babosas, gusanos, moscas, grillos, ratas y ratones entre otros. Sin embargo, se

²⁶ Ibid., p. 11.

usan animales que sean fáciles de criar y que tengan composiciones nutricionales altas o que se adecuen a los requerimientos de los animales que serán alimentados.

La mayoría de animales son depredadores y están acostumbrados a cazar presas vivas, por este motivo no se recomienda alimentarlos con presas muertas o sustitutos debido a que ellos requieren de alimento variado y especializado que sólo consiguen en la naturaleza, y en cautiverio no podemos suministrarles la dieta que habitualmente comen cuando están en libertad²⁷.

El proveer presas vivas o presas completas tiene grandes ventajas en los programas de alimentación, debido a que generalmente se trata de alimentos nutricionalmente completos, además su utilización estimula comportamientos de alimentación naturales, pero para algunos animales puede ser costoso o no disponible²⁸.

4.7 PRESAS VIVAS EMPLEADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES

Entre las presas vivas más usadas en la alimentación de animales en zoológicos se encuentran:

4.7.1 Gusano de harina o Tenebrio (*Tenebrio molitor*). Se conoce como gusano de la harina y la denominación correcta sería larva de Tenebrio por ser la segunda etapa del ciclo de vida de un escarabajo.

Las larvas, que son las que se emplean como alimento son de color miel. A medida que crecen, cambian hasta 12 veces de piel, y alcanzan una longitud de 2 a 3 centímetros de largo por 2 milímetros de grosor. Posteriormente se transforman en ninfas y finalmente en escarabajos que pueden vivir de 2 a 3 meses.

Estos insectos son muy resistentes, y proporcionándoles una temperatura adecuada (20°C - 28°C), se reproducen en abundancia, la hembra pone alrededor

²⁷ SURICATA. Presa viva. [En Línea]. 2013 [Citado el 17 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <<http://suricata.galeon.com/presaviva.htm>>

²⁸ DIERENFELD, E y GRAFFAM, W. Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cautiverio (ejemplos para animales de América Latina). Resultado del curso de Manejo y biología de especies silvestres en cautiverio. Zoológico de Cali. Instituto Smithsonian y Sociedad Zoológica de San Diego. (s/a). p. 18.

de 200 a 300 huevos. Con la temperatura, el espacio y la alimentación adecuada, una colonia puede aumentar hasta un 8000% de una generación a otra en un periodo de 6 meses. El ciclo de vida del tenebrio consta de 4 etapas:

- 1ª etapa: Huevos: El periodo de incubación tiene una duración de 10 días.
- 2ª etapa: Larvas: El periodo larval dura entre 2 a 3 meses, para crecer la larva debe mudar de piel varias veces hasta alcanzar la madurez.
- 3ª etapa: Ninfas: El estado de ninfa endurecida comprende un periodo de 20 días, las ninfas son de forma triangular, curvada y prácticamente inmóviles.
- 4ª etapa: Escarabajos: viven aproximadamente de 2 a 3 meses, nacen color marfil y a los 2 o 3 días se tornan de color negro-marrón. Son sexualmente maduros a los 10 - 12 días y la ovoposición empieza a los 10 días²⁹.

Figura 2. Tenebrio



Fuente: <http://www.alevinosdelvalle.es/t/Tenebrio-molitor.htm>.2012.

4.7.2 Grillos (*Acheta doméstica*). Los grillos pertenecen al orden de los ortópteros, los cuales destacan, entre otras, las características, por desplazarse saltando gracias al último par de apéndices marchadores tremendamente desarrollados en este grupo.

²⁹ SOTO, Hugo. Gusanos de la harina (Larvas de *Tenebrio molitor*). Revista de Ornitología: El Canario Uruguayo. Uruguay. 1 (2). 2003. p. 39.

Existe dimorfismo sexual. Los machos son más pequeños que las hembras. Sólo los machos cantan. Suelen poner como media entre 150 y 200 huevos cada hembra. Pueden estar desovando varias semanas. En cuanto hacen su puesta, finaliza su ciclo vital y mueren a los pocos días. Los huevos son alargados y de color crema. La metamorfosis es incompleta, es decir, los estadios se llaman ninfas y son similares a los adultos. El paso hasta adulto se suele hacer entre 5 a 10 mudas dependiendo de las especies³⁰.

Figura 3. Grillo



Fuente: <http://kaloula-drpez.blogspot.com/2011/09/cria-y-mantenimiento-de-cultivo-de.html>.

4.7.3 Moscas (*Drosophila melanogaster*). Las moscas de la fruta son muy usadas en la alimentación de animales pequeños y peces. Su ciclo de vida es muy corto y de fácil manejo. La temperatura más adecuada para su producción es de 25°C. Los machos se diferencian de las hembras por su tamaño, la hembra es más grande que el macho. Su ciclo dura 2 semanas y la cronología del estado larvario en días se resume así:

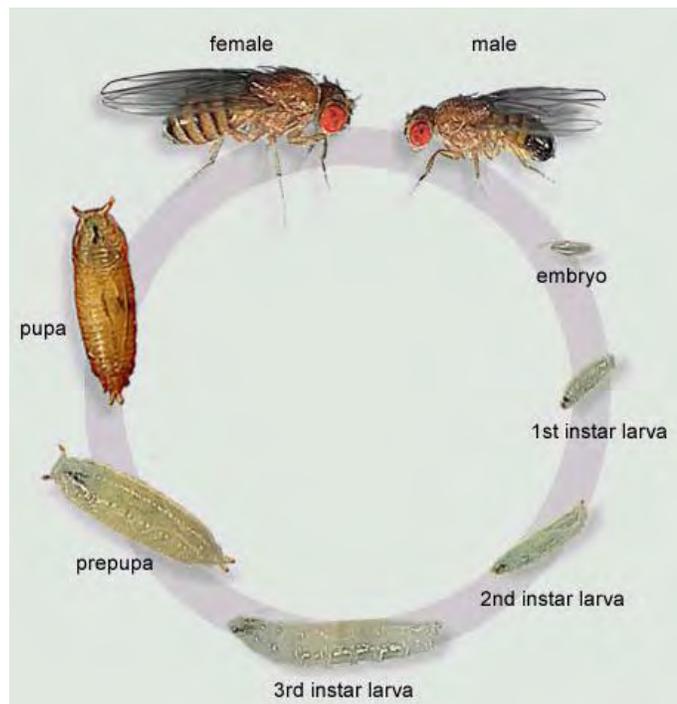
- 0 Puesta
- 0-1 Desarrollo embrionario
- 1 Comienzo del primer estadio larvario
- 1 Primera muda, 2º estadio larvario

³⁰ BOTANICAL ONLINE. El Grillo. [En Línea]. 2013 [Citado el 23 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: < <http://www.botanical-online.com/insectos/grillo.htm> >

- 3 Segunda muda, 3º estadio larvario
- 5 Formación del puparium
- 5 Muda prepupal
- 5-6 Pupa, aparición de cabeza, alas.
- 7 Pigmentación de los ojos
- 9 Emergencia del adulto

Una hembra puede empezar a depositar los huevos desde el segundo día después de emerger, y podrá estar poniendo huevos durante 10 días aproximadamente, tiempo tras el cual puede haber depositado alrededor de 400-500 huevos. Siempre que exista alguna materia azucarada en fermentación con la que alimentarse, se pueden obtener estos insectos³¹.

Figura 4. Mosca de la fruta



Fuente: http://html.drosophila-melanogaster_5.html.2013.

4.7.4 Ratas (*Rattus norvegicus*) variedad albina. Las ratas de laboratorio a diferencia de las silvestres son más tranquilas y menos propensas a morder, pueden tolerar el hacinamiento, se reproducen antes y producen más descendencia. Los científicos han criado muchas cepas o "líneas" de las ratas

³¹GUERRERO, Miguel. Las moscas de la fruta. Revista de la SECA. No.1 Madrid España. 2004. p. 17.

específicamente para la experimentación. La mayoría se derivan de la rata Wistar albina, que todavía se usa ampliamente³².

La rata Wistar pertenece al orden de los roedores, a la familia de los múridos. Mide 8 y 30 cm de longitud entre la cabeza y el cuerpo. Pesa 5 g los recién nacidos, 50 a 80 g los destetados (21 días) y entre 300 y 450 g los adultos. La longevidad es de 2 a 2.5 años. La rata se puede reproducir a los 70 u 80 días, entra en celo cada 4 o 5 días. La gestación dura de 3 a 4 semanas. Puede tener un número de ratones de 6 a 10 por camada. Su vida reproductiva dura de 9 a 12 meses. La rata es omnívora y en cautiverio consume alimento balanceado y comida enlatada como frutas y verduras.

La jaula puede tener diferentes materiales que preferiblemente sean difíciles de roer, debe mantenerse con aserrín para su bienestar y buen manejo de las heces, se deben limpiar cada semana y los bebederos y comederos a diario. Son de fácil manejo y docilidad³³.

Figura 5. Rata



Fuente: <http://rodentcompany.blogspot.com/p/roedores-pequenos.html>.2013.

4.7.5 Ratones (*Mus musculus*). El ratón es un mamífero de sangre caliente, de

³²RATA DE LABORATORIO. [En Línea]. 2015 [Citado el 23 de febrero de 2015]. Disponible en Internet: <http://docsetools.com/articulos-de-todos-los-temas/article_37887.html>

³³ MARTÍ, A y FERRÉ, N. Organización y mantenimiento de un estabulario de ratas para la investigación en psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. (s/a). p. 207.

hábitos nocturnos y su comportamiento está influenciado por feromonas. La hembra es poliéstrica continua. Tras el parto, a las 14 - 28 horas se produce un estro fértil, por lo que puede utilizarse el estro posparto. Hay que tener en cuenta que la lactancia y gestación simultáneas puede retrasar entre tres a cinco días la implantación del embrión.

Al nacer el ratón pesa entre uno y dos gramos, nacen con los ojos y oídos cerrados, sin pelos y son muy activos. Al tercer día comienza a observarse el desarrollo del pelaje, llegando a cubrirse totalmente desde los siete a diez días. A los 12 días empiezan abrir los ojos y el conducto auditivo externo, entre los días 13 y 14 inician a ingerir alimento sólido y agua del bebedero. Generalmente se les desteta a los 21 días de edad con un peso de aproximadamente 14 a 20 g.

Las exigencias de temperatura para ratones son de 20 a 25 °C y la humedad relativa ambiental entre 40 y 70%. El ciclo estral tiene una duración de cuatro a cinco días, en tanto que el celo dura 12 horas. Las hembras reproductoras pueden convivir en apareamientos monogámicos o poligámico. En un año reproductivo habrá una cantidad de partos que oscila entre los cinco y los ocho con un promedio de 8 a 15 crías por camada. La iluminación es importante para la regulación del ciclo estral y reproductivo. Se recomienda 12 horas luz/12 horas oscuridad, lo cual se programa con un reloj temporizador³⁴.

Figura 6. Ratones



Fuente: <http://www.infoartropodos.es/alimentacion.html>

³⁴ FUENTES, F; MENDOZA, R; ROSALES, A; CISNEROS, R. Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: ratón. Centro nacional de productos biológicos. Instituto nacional de salud. Lima. Perú. 2008. p. 15.

4.7.6 Gusano de seda - Larva (*Bombyx mori*). El gusano de seda es originario de Asia oriental y actualmente se encuentra extinto en su medio natural. El macho es más activo que la hembra y se dedica a buscar hembras mediante una antena peluda la cual percibe feromonas que producen las hembras. Su ciclo completo dura 2 meses. El gusano muda 4 veces hasta llegar al estado adulto o mariposa. Cuando las orugas mudan se queda quietas un día, esta mide 8 cm. La hembra de gusano pone alrededor de 400 a 500 huevos. Después de la puesta muere. Cuando el gusano está a punto de hacer capullo o crisálida, deja de comer. Se alimentan exclusivamente de hojas de morera. La temperatura ideal es de 25°C. Son muy rigurosas con la temperatura. Se cambian las hojas siempre que se marchiten. Se deben limpiar las zonas donde se mantengan estos animales antes y después de que se realice su siembra³⁵.

Figura 7. Ciclo de vida del gusano de seda



Fuente: <http://mascotas.eninternet.es/los-gusanos-de-seda-como-mascota/>

4.7.7 Lombrices de tierra (*Lumbricus terrestris*). La lombriz mide 7 cm de longitud, pesa hasta 1,5 g, es de color rojo oscuro. Tiene un cuerpo como en forma de gusano, vermiforme, dividido en anillos. Es nocturno y crepuscular.

Puede llegar a vivir alrededor de 4,5 años. Son difíciles de diferenciar morfológicamente. No necesita de grandes estructuras y se puede criar en

³⁵ BOTANICAL ONLINE. El gusano de seda. [En Línea]. 2013 [Citado el 23 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <<http://www.botanical-online.com/animales/gusanoseda.htm>>

invernaderos. Es importante para alimentar anfibios, reptiles y peces. Es buena fuente de vitamina A y E. Se alimenta de partículas orgánicas contenidas en la tierra que ingiere como hierba, restos de excrementos, vegetales, etc.

La temperatura óptima es de 21°C. Es hermafrodita con fecundación cruzada, a los 3 meses puede empezar a reproducirse, al cabo de 2 o 3 semanas ya hay lombrices pequeñas. Una sola lombriz en su vida puede llegar a tener hasta 1000 huevos³⁶.

Figura 8. Ciclo de vida lombriz de tierra



Fuente: <http://www.recicluc.com/lombriz%20roja%20california.html>. 2013.

4.7.8 Conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pertenece al orden Lagomorfa, se diferencia de los roedores por el segundo par de incisivos superiores. El conejo es un mamífero roedor que en libertad se alimenta exclusivamente de hierbas y granos, su cuerpo está cubierto por un pelo espeso y suave, tienen un temperamento asustadizo, propensos al pánico, por eso su trato y transporte debe ser cuidadoso.

El conejo es herbívoro (forraje fresco o forraje seco), pero se puede alimentar usando alimento balanceado de calidad, en forma de *pellets*, que contenga entre

³⁶ BOTANICAL ONLINE. La lombriz. [En Línea]. 2013 [Citado el 23 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <<http://www.botanical-online.com/animales/lombriz.htm>>

17 a 20% de proteínas o con alimentos naturales como granos de cereales, heno, soya, pasto fresco y verduras, o también de una alimentación mixta, pero este sistema es mayormente empleado en crianzas con fines netamente comerciales para venta de carne.

Los bebederos y comederos pueden ser de varias formas y materiales, pero no deben permitir el desperdicio de alimento y se deben mantener siempre limpios. Es necesario tener claro que la densidad animal está relacionada directamente con la disposición de espacio. Los conejos no necesitan cama o lecho, sólo se emplea lecho en los nidos o parideras y pueden ser de diversos materiales (paja de arroz esterilizada, viruta cernida esterilizada de preferencia de pino blanco o retazos de trapos previamente esterilizados), la coneja reproductora, por instinto maternal, también contribuye a la preparación de esta cama arrancándose, previo al parto, parte de su pelaje, para brindar un clima cálido a sus crías. La temperatura adecuada esta entre 16 a 20° C y la humedad de 40 a 60%³⁷.

Figura 9. Conejo



Fuente: <http://banfield.saintclassifiedargentina.com/gigantes-de-flandes-conejos-machos-de-50-dias-orejas-de-50-en-cautiverio-los-ad-41043>

4.8 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE PRESAS VIVAS

³⁷ MENDOZA, José. Manual de buenas prácticas en la producción de conejo. Sistema de productos pecuarios. México. 2006. p. 18.

La Nutrición Animal se desarrolla a partir de planes y programas nutricionales que se crean teniendo en cuenta diferentes aspectos propios de la especie tales como; requerimientos nutricionales del individuo, fisiología y morfología gastrointestinal de la especie, ecología, entre otros. Igualmente conociendo la composición nutricional de todos los ingredientes e insumos que se emplean en la alimentación³⁸.

En la tabla 1 se indica la composición nutricional de las presas vivas más utilizadas en zoológicos.

Tabla 1. Composición nutricional de las principales presas vivas utilizadas en zoológicos

Especies ³⁹	PC%	Grasa	Ca	P	Vitamina A (UI)	Vitamina E (UI)
Grillo adulto	64,3	22,8	0,21	0,78	811	81
Larva gusano de seda	53,7	8,1	0,10	1,37	665	4
Pollito de un día	67,4	21	2,08	1,47	10200	258,7
Lombriz de tierra	50,4	10,6	1,21	0,86	330	229
Gusano de harina	51,8	31,1	0,12	1,42	800	30
Ratón pinky	64,2	15,2	1,17	1,75	35500	39,1
Ratón adulto	59,7	24,9	3,29	1,80	813800	69,4
Rata joven	61,8	24,7	2,08		6600	124,8
Rata adulta	63,0	37,5	2,72	1,8	128300	142,7

Fuente: Dierenfeld y Fidgett. 2003.

Los insectos por su parte, son fuentes muy pobres de calcio y generalmente tienen una proporción no balanceada Ca:P, por lo que al ser empleados en la alimentación animal es recomendable que se los alimente o se los espolvoree con un suplemento alto en calcio como el Carbonato de calcio CaCO₃.

³⁸ ZOOLÓGICO SANTA FE. [En Línea]. 2013 [Citado el 15 de agosto de 2013]. Disponible en Internet: <<http://www.zoologicosantafe.com/conservacion/nutricion-animal>>

³⁹ DIERENFELD, E. and FIDGETT, A. Herbivorous insect composition: you are what you eat. Wildlife Conservation Society. United Kingdom. Zoo Nutrition News. No. 3. 2003. p. 25.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en los siguientes parques zoológicos de Colombia:

Cuadro 1. Zoológicos de Colombia seleccionados para esta investigación

No.	Año de inauguración	Extensión	Ubicación
1	1951	17.000 m ²	Pereira, Risaralda
2	1953	5.000 m ²	Medellín, Antioquia
3	1974	32.000 m ²	Bogotá, Cundinamarca
4	1992	83.000 m ²	Girardot, Cundinamarca
5	1969	10.000 m ²	Cali, Valle del Cauca

Fuente: Esta investigación

5.2 METODOLOGÍA

5.2.1 Unidad experimental. De las quince instituciones de conservación de biodiversidad miembros de la Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios - ACOPAZOA, se seleccionó cinco parques zoológicos para el desarrollo de esta investigación, los cuales se encuentran descritos en el cuadro 1.

Las instituciones se seleccionaron por el enfoque de conservación, experiencia, conocimiento y liderazgo en el manejo de fauna silvestre. De cada programa se obtuvo información referente al tipo de especies utilizadas, técnicas de obtención, uso de registros, manejo de producción, tipo de alimentación, instalaciones y sanidad de animales utilizados como presas vivas.

Los parques zoológicos evaluados cuentan con un área específica destinada al bienestar animal, dentro de ésta, se identifican cuatro secciones bien diferenciadas entre las que se encuentran: Unidad veterinaria, Unidad de nutrición, Unidad de biología y Unidad de cuidadores de animales.

5.2.2 Metodología para la recolección de la información. Para dar inicio a la investigación se realizó inicialmente un acercamiento con los zoológicos seleccionados mediante correo electrónico y vía telefónica solicitando autorización. La recolección de información se efectuó empleando un dialogo semi-estructurado con el encargado de la unidad de nutrición (zootecnista), desde donde se diseña, coordina y supervisa el manejo nutricional de los animales que componen la colección *ex situ*, para ello se contó el apoyo de un ficha técnica diseñada para tal fin y la cual se describe en el anexo.

En cada uno de los zoológicos se realizó remisión hacia la oficina de nutrición, donde se mostraron y analizaron registros de producción de las presas empleadas en la alimentación y enriquecimiento de especies silvestres alojadas en estas instituciones.

Durante el dialogo se dio inicio al diligenciamiento de la ficha técnica, y como complemento a ella se grabó el curso de la entrevista. Después se realizó un recorrido supervisado a cada uno de los bioterios donde se alojan las especies de interés para esta investigación: ratas, ratones, tenebrios, grillos, cucarachas, lombrices, larvas de gusano de seda, moscas de la fruta, cochinillas de humedad y conejos. Igualmente, se visitó la unidad de bienestar y la cocina para presenciar la preparación de dietas y se realizó un recorrió al hábitat de las especies silvestres en la cuales se utiliza las presas vivas o completas. Durante este recorrido se tomó registro fotográfico de las instalaciones, equipos y animales con previa autorización.

5.2.3 Tiempo requerido para la recolección de información. Los zoológicos se visitaron en el siguiente orden: Pereira, Bogotá, Girardot, Medellín y Cali, acordes a la disponibilidad de tiempo de los zootecnistas encargados. En cada institución se empleó ocho horas para el desarrollo de la entrevista, recolección de información y reconocimiento de las instalaciones.

5.2.4 Materiales y equipos de recolección de información. Para la recolección de información se empleó la ficha técnica de recolección de datos (Anexo), igualmente se utilizó una cámara fotográfica y una grabadora para registrar evidencias en cada institución.

La ficha técnica se elaboró considerando la información básica para cualquier producción y se dividió en seis secciones:

1. Identificación de la institución.

2. Identificación del personal.
3. Especies empleadas como presas vivas.
4. Especies que se alimentan o enriquecen con presas vivas.
5. Registros empleados.
6. Manejo productivo de presas vivas.

5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

La información recolectada se presenta por medio de gráficos, tablas y una propuesta de protocolo para producción de presas vivas como alimento de animales en conservación *ex situ*.

Los resultados se agruparon en roedores, insectos y finalmente las especies que se evidenciaron en una institución.

5.3.1 Variables a evaluar.

Tipo de especies utilizadas. Se identificó las especies que son alojadas en los bioterios de los zoológicos y que son utilizadas como presas vivas o presas completas.

Técnicas de obtención. Corresponde a la información sobre la procedencia de pie de cría y de animales para recambio.

Uso de registros. Se evaluó la presencia o ausencia de registros de control técnico en cada una de las especies utilizadas como presas vivas o completas.

Producción. Se consideró la demanda de animales empleados como presas vivas de acuerdo a la colección de animales que requieren estas especies en sus dietas y se tuvo en cuenta aspectos productivos y reproductivos.

Uso como presa viva. Corresponde a la forma de entrega de los animales, como presa viva o presa completa.

Alimentación. Se evaluó la cantidad y tipo de alimento que se suministra a las especies que se crían en cautiverio y que tienen como finalidad ser suministradas como presas vivas o completas.

Sanidad. Se identificó aspectos sanitarios como técnicas de desparasitación de animales y aspectos referentes a aseo y desinfección de instalaciones.

Mortalidad. Se analizó únicamente para ratas y ratones y se tuvo en cuenta el porcentaje de animales muertos antes del destete.

Rutina de manejo. Corresponde a la rutina que siguen los operarios o encargados de los bioterios para el manejo general de la producción.

Instalaciones. Se identificaron áreas de producción y materiales empleados en las instalaciones y jaulas, además de comederos y bebederos empleados.

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información recolectada se analizó en el programa Microsoft Excel ® y para su análisis se utilizó estadística descriptiva.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 TIPO DE ESPECIES UTILIZADAS COMO PRESAS VIVAS

La tabla 2 refleja la producción de presas en los cinco bioterios evaluados, encontrándose que la producción de ratas, ratones y tenebrios está presente en el 100% de las instituciones. Los grillos se reportan en el 80%, las cucarachas en el 40% y los conejos y cochinillas de humedad en el 20% de las instituciones.

Tabla 2. Presas vivas en zoológicos colombianos

Especie	Frecuencia de producción	Porcentaje (%)
Ratas	5	100%
Ratones	5	100%
Tenebrios	5	100%
Grillos	4	80%
Cucarachas	2	40%
Conejos	1	20%
Cochinillas de humedad	1	20%

Fuente: Esta investigación

Los zoológicos incluyen dentro de su programa de enriquecimiento ambiental y alimentación, ratas y ratones principalmente en especies silvestres con dieta carnívora estricta como reptiles como boa, pitón cascabel, eventualmente se suministran a algunas aves rapaces como halcones, águilas y rey de los gallinazos y a pequeños mamíferos como suricatas, zorros, mapaches y ocelotes entre otros.

Las larvas de tenebrios que se usan como presa viva en prácticas de enriquecimiento ambiental se destinan principalmente a tortugas y anfibios acuáticos como ranas.

Los insectos como grillos que se usan como presa viva se destinan a aves como pavos, a algunos primates pequeños como los titis, a tortugas acuáticas y también a camaleones.

Las cochinillas de humedad se entregan a anfibios como ranas y las cucarachas a especies insectívoras estrictas como erizos, escorpiones y tarántulas.

En casos específicos los conejos se incluyen en dietas de animales de gran tamaño como serpientes como anaconda y felinos como tigres, leones y jaguares.

En una de las instituciones se obtiene de proveedores externos, codornices y pollos broiler para ser dispuestos en dietas de felinos.

En la tabla 3, 4 y 5 se presenta un inventario de las especies en conservación de tres de los parques visitados, quienes suministraron información:

Tabla 3. Inventario de especies incluidas en programas de alimentación o enriquecimiento ambiental con ratas y ratones, zoológico 1

Nombre común	Nombre científico	N° individuos
Boa	<i>Boa constrictor</i>	4
Pitón	<i>Python Reticulatus</i>	2
Mapana	<i>Bothrops asper</i>	1
Cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	2
Cazadora	<i>Spilotes pullatus</i>	1
Toche voladora	<i>Spilotes pullatus</i>	1
Macabrel	<i>Corallus enydris</i>	1

Fuente: Zoológico 1. Inventario de animales. 2015

Tabla 4. Inventario de especies incluidas en programas de alimentación o enriquecimiento ambiental con ratas y ratones, zoológico 2

Nombre común	Nombre científico	N° individuos
Halcón de cola corta	<i>Buteo brachyurus</i>	1
Cuaresmera	<i>Buteo magnirostris</i>	1
Águila de páramo	<i>Buteo melanoleucus</i>	2
Gavilán cangrejero	<i>Buteogallus anthracinus</i>	1
Gavilán sabanero	<i>Buteogallus meridionalis</i>	2
Águila arpía	<i>Harpia harpyja</i>	1
Pigua	<i>Milvago chimachima</i>	2
Guamán negro	<i>Oroaetus isidori</i>	1
Carri carri	<i>Polyborus plancus</i>	2
Rey de gallinazos	<i>Sarcoramphus papa</i>	6
Cóndor de los andes	<i>Vultur gryphus</i>	1
Babilla	<i>Caiman crocodylus</i>	1
Caimán aguja	<i>Crocodylus acutus</i>	1
Caimán negro	<i>Melanosuchus niger</i>	1
Zorro perruno	<i>Cerdocyon thous</i>	5
Taira	<i>Eira barbara</i>	2
Grison	<i>Galictis vittata</i>	1
Mapache	<i>Procyon cancrivorus</i>	1
Suricato	<i>Suricata suricatta</i>	5
Oso de anteojos	<i>Tremarctos ornatus</i>	1
Oso americano	<i>Ursus americanus</i>	1
Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	4
Oncilla	<i>Leopardus tigrinus</i>	1
Margay	<i>Leopardus wiedii</i>	1
León africano	<i>Panthera leo</i>	3
Jaguar	<i>Panthera onca</i>	5
Tigre de bengala	<i>Panthera tigris</i>	3
Puma	<i>Puma concolor</i>	4
Yaguarundi	<i>Puma yagouaroundi</i>	1

Fuente: Zoológico 2. Inventario de animales. 2015

Tabla 5. Inventario de especies incluidas en programas de alimentación o enriquecimiento ambiental con ratas y ratones, zoológico 3

Nombre común	Nombre científico	N° individuos
Boa	<i>Boa constrictor</i>	4
Pitón	<i>Python molurus</i>	2
Anaconda	<i>Eunectes murinus</i>	3
Boa arcoíris	<i>Epicrates cenchria</i>	1
Boa chocolate	<i>Epicrates maurus</i>	1
Toche	<i>Spilotes pullatus</i>	1
Falsa coral	<i>Eritrolaprus bizonus</i>	1
Lechuza	<i>Tyto alba</i>	4
Búho anteojos	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	1
Búho rayado	<i>Rhinoptynx clamator</i>	4
Chimachima	<i>Milvago chimachima</i>	1
Búho real	<i>Bubo virginianus</i>	2
Calao	<i>Buceros bicornis</i>	1
Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	1
Zorro perro	<i>cerdocyon thous</i>	1
Lobo pollero	<i>Tupinambis teguixin</i>	2
Pollo de monte	<i>Cyanocorax violaceus</i>	1

Fuente: Zoológico 3. Inventario de animales. 2015

Las instituciones participes cuentan con un área destinada para la producción de roedores e insectos. Los bioterios en su mayoría se han acondicionado para prestar ambientes favorables en la producción de presas vivas; de aquí parte el empleo de dos términos que resultan interesantes, en primer lugar aquel que sustenta el desarrollo de esta investigación “**presas vivas**” y el que fue encontrado en varios de los parques con única aplicabilidad a roedores “**presas completas**”, dicho en otras palabras, los roedores se insensibilizan previamente a la entrega.

Probablemente el empleo de presas vivas tenga una relación considerable en la biodiversidad, pues atendiendo esta práctica se favorece el empleo de manifestaciones típicas del hábitat de los especímenes en colección. López y Gonzales advierten que la diversidad del planeta no se da de una forma arbitraria, por el contrario los organismos viven en comunidades, creando estrechas relaciones de interacción, donde cada especie depende directa o indirectamente de la presencia de otras⁴⁰. La mejora de las habilidades en una especie exige

⁴⁰ LÓPEZ, J., GONZALES, G. Modelo depredador presa. 2008. p. 25.

mejoras compensatorias por parte de sus enemigos para que puedan seguir con éxito.

Existen estudios que sustentan la necesidad de depredación, entendiendo por depredación el consumo de un organismo, por parte de otro, estando la presa con vida cuando el depredador le ataca por primera vez⁴¹. Este concepto guarda amplia relación con la cadena alimenticia. Pero además se evidencia un factor estudiado cada vez con mayor frecuencia sobre los efectos de la depredación en el comportamiento de las especies. Brodie y Edmund⁴² explican que dentro de la estructura del medio natural se identifica la existencia de relaciones entre enemigos naturales conocida como relación "víctima-depredador".

Sin duda existen muchos factores que influyen en el bienestar de los animales en cautiverio, y el procurar homologar las condiciones naturales parece ser una tarea complicada, pues promover la depredación como comportamiento natural y nutricional es tan solo una de ellas. Pero cada tarea demanda grandes esfuerzos y el conocimiento de cada especie en colección *ex situ* es de vital importancia para la construcción de su hábitat y el trato que ha de recibir.

Para que la cautividad sea considerada como efectiva en brindar bienestar en los animales confinados, éstos deberían exhibir comportamientos usualmente presentados en sus ambientes naturales, sin embargo cuando los animales no cuentan con estímulos para regular sus sistemas biológicos, presentan anomalías en las respuestas fisiológicas y conductuales provocando problemas de salud y fallas reproductivas⁴³.

Estudios realizados en zoológicos estadounidenses han evaluado los efectos del enriquecimiento ambiental en felinos, demostrando que el enriquecimiento alimenticio donde se promueve la caza de presas en leones (*Panthera leo*) y tigres (*Panthera tigris*), elevó la frecuencia de comportamientos normales de alimentación y redujo estereotipos. Estudios similares se presentaron en parque museo de la Venta, Tabasco, donde se emplearon estímulos sensoriales, alimenticios y ocupativos en que registraron un aumento social normal en jaguares

⁴¹ BEGON, M., HARPER, J L., TOWNSEND, C. Ecología. Individuos, poblaciones y medio ambiente. Omega. 1995.

⁴² BRODIE, E., EDMUND, D., Predator-Prey arms races asymmetrical selection on predators and prey may be reduced when prey are dangerous. 1999. p. 557.

⁴³ MASON, G., CLUBB, R., LATHAM, N., VICKERY, S. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour. [En Línea]. 2007 [Citado el 1 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <[http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S0168-1591\(06\)00190-0/abstract?cc=y](http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S0168-1591(06)00190-0/abstract?cc=y)>

y la disminución simultánea de estereotipo⁴⁴, pero el 60% de los parques colombianos sacrifican previamente los vertebrados para la entrega (presas completas) y los invertebrados son incluidos en programas de enriquecimiento ambiental con vida (presas vivas).

Esta ampliamente demostrado que los vertebrados a diferencia de los invertebrados, están dotados de la capacidad de padecer dolor físico, sufrimiento, miedo, ansiedad y frustración⁴⁵, es entonces una de las posibles razones por la cual los nutricionistas de los parques colombianos procuran la insensibilización de los roedores y conejos para su entrega.

Pero no todos los profesionales optan por la insensibilización de las especies vertebradas que han de ofertarse, pues las serpientes en particular suelen exhibir cambios en su comportamiento ligados a los tipos de presa, la forma en la que ésta se manipula varía dependiendo de características morfológicas, estos animales poseen distintos sentidos que les permiten juzgar los atributos de sus presas y generalmente rechazan los animales sin vida. Se destacan los quimiorreceptores que le permiten el análisis químico de las moléculas del aire y sustratos por medio de la recepción de partículas con los movimientos de su lengua, presentando respuestas diferenciales hacia olores provenientes de sus presas⁴⁶.

Ateniendo a lo anterior se encontró que el 100% de los parques visitados acuden a las prácticas de enriquecimiento ambiental con presas vivas o completas encaminadas al bienestar de la colección animal con hábitos carnívoros e insectívoros.

6.2 TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE ESPECIES EMPLEADAS COMO PRESAS VIVAS O PRESAS COMPLETAS

Los entrevistados manifiestan que la implementación del bioterio está ligada a la apertura del parque zoológico, aunque solo se tenga referencias de producción años más tarde.

⁴⁴ CASTILLO, C., UNDA, K., LARA, C., SERIO, J., Enriquecimiento ambiental y su efecto en la exhibición de comportamientos estereotipados en jaguares (*Panthera onca*) del Parque Zoológico "Yaguar Xoo", Oaxaca. Universidad Autónoma de Tlaxcala. 2012. p. 6.

⁴⁵ JIMÉNEZ, L. Análisis Bioético del uso de presas vivas en depredadores confinados en zoológicos. 2012. p. 42.

⁴⁶ MENDOZA, J., RODRÍGUEZ, N. Observaciones sobre algunos aspectos del comportamiento depredador en condiciones naturales y en cautividad de la serpiente diurna. *Mastigodryas pleei*. Fundación Kamajorú. Barranquilla. Colombia. 2010. p. 2.

Uno de los zoológicos registra la procedencia de las primeras familias de ratas, ratones, grillos y tenebrios en el año 2005, de líneas puras precedentes de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, pollos broiler y codornices son adquiridas con regularidad de proveedores comerciales.

Otro parque inició la producción de presas vivas posterior a la fundación del zoológico y procura renovar las colecciones en bioterios con la adquisición de parentales cada tres años.

Un tercer zoológico reporta que el bioterio de mamíferos donde produce ratas y ratones tiene inicio en el año 2000; por su parte el bioterio de invertebrados con grillos y tenebrios se implementó en el año 2009 y a principios del 2014 se estableció la producción de cochinillas de humedad. El bioterio de ratas y ratones alberga generaciones procedentes de familias de ratas que existieron en el zoológico, pero cada dos años se procura un recambio con animales del bioterio de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Los invertebrados que se poseen en inventario, como grillos, tenebrios y las recién instaladas cochinillas son producto de investigaciones cuyos reproductores se capturaron en medio natural.

Otra institución referencia la producción de conejos, ratas y ratones desde el año 1998, pero el bioterio para invertebrados donde alberga tenebrios y grillos data del año 2005. Además obtiene eventualmente ejemplares de conejos, ratas y ratones de bioterios de la Universidad de Caldas. Por su parte los grillos y tenebrios proceden de donaciones del parque zoológico Piscilago. Un evento importante a resaltar es que han ocurrido donaciones de ratones domésticos por parte de los visitantes. Estos son puestos en cuarentena en espacios acondicionados para tal fin, además se les realizan pruebas coprológicas para descartar presencia de parásitos.

El último parque declara el inicio con la cría de ratas y ratones en el año de 1997, los primeros parentales procedieron de intercambios científicos con laboratorios de la Universidad del Valle y la Universidad Nacional. Los grillos y tenebrios se implementaron en 1996, procedentes de Estados Unidos y finalmente las cucarachas corresponden a una donación de Parque Explora de Medellín, las cuales fueron incluidas en el bioterio de invertebrados hace 3 años.

6.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PRODUCCIÓN EN BIOTERIOS

6.3.1 Uso de registros. Respecto al uso de registros productivos y de control, los profesionales entrevistados coinciden en que su uso es indispensable, sin embargo no todas las instituciones registran los eventos de interés; los eventos registrados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Registros en producción de presas vivas

Producción	Registros	Frecuencia encontrada	Porcentaje (%)
Roedores	Fecha de monta	5	100%
	Fecha de partos	5	100%
	No de individuos vivos por parto	5	100%
	Cantidad y fecha de destetes	5	100%
	Destino o sacrificio	5	100%
	Mortalidad	5	100%
	Morbilidad	2	40%
	Cantidad de alimento	2	40%
	No de individuos vivos	1	20%
Invertebrados	Producción	5	100%
	Recambio de cama o cambio cubeta	5	100%

Fuente: Esta investigación

Se registran con mayor frecuencia los eventos concernientes a la producción de roedores, siendo poco usuales en la producción de invertebrados. Una de las causas principales puede estar relacionada con cantidad y tamaño de los individuos, ya que el control de parámetros productivos y reproductivos de insectos puede resultar dispendioso.

Desde el punto de vista productivo los controles técnicos son importantes para vigilar la evolución de la producción, no diligenciar estos formatos es un error, pues ello impide contar con una memoria de los factores que perjudican o benefician la producción. Registrar datos elementales como procedencia de los animales, peso inicial, cantidad de alimento suministrado, enfermedades que se presentan, muertes y datos reproductivos, no requiere en realidad de ninguna instrucción especial y ocupa poco tiempo de la jornada laboral⁴⁷.

Con seguridad es posible afirmar con esta investigación que el hablar de producciones rentables no es uno de los objetivos de los bioterios pero bien, podría considerarse para el crecimiento, estabilidad y continuidad de la producción el empleo de prácticas y controles productivos mediante la implementación y uso de registros manuales y digitales.

⁴⁷ PÉREZ, M., SANMIGUEL, L., SERRAHIMA, L., LOZANO, P. Manual de crianza de animales. Lexus editores. 2008. p. 19.

6.3.2 Ratas (*Rattus norvegicus*) variedad albina y ratones (*Mus musculus*)

6.3.2.1 Producción y reproducción. En las tablas 7 y 8, se establece una comparación del comportamiento reproductivo de ratas y ratones, según reportes bibliográficos e información encontrada en cada institución.

Tabla 7. Producción anual en ratas

	Partos por hembra/año	Crías por parto	% Mortalidad	Crías efectivas por hembra/año	Hembras en reproducción	Producción
Literatura ⁴⁸	5 a 6	6 a 10	3 a 7	28 a 29		
Zoológico 1	6	5	4	29	16	464
Zoológico 2	5	4	5	19	18	342
Zoológico 3	5	6	3	29	9	261
Zoológico 4	5	6	3	29	50	1450
Zoológico 5	5	6	3	29	42	1218
Promedio		5.4	3.6	27	27	
Desviación estándar		0.89	0.89	4.47	17.88	

Fuente: Esta investigación

En la tabla 7 se encontró un promedio de crías por parto de 5.4 ± 0.89 y un promedio de crías efectivas por año de 27 ± 4.47 , acercándose al promedio producción reportado por Priotto y Steinmann⁴⁹ (6 crías por parto y 28 a 29 crías por año), este valor lo sustenta también la investigación de Rivera *et al.*⁵⁰ en ratas del bioterio de la Universidad Nacional Autónoma de México (6 crías). Para la investigación de KEMP⁵¹ el número de camadas al año en una rata reproductora es de 6 a 12, mientras que en esta investigación el número de camadas no es superior a 6, sin embargo los resultados se asemejan a los reportados por Priotto y Steinmann⁵² (5 a 6 camadas), es decir que el promedio de producción de los parques zoológicos evaluados está dentro de los rangos reportados por la literatura.

⁴⁸ PRIOTTO, J. y STEINMANN, A. Biología de Roedores. Serie Entrenadores Transmisibles. 2011. p. 16

⁴⁹ *Ibid.*, p. 12.

⁵⁰ RIVERA C., HERNÁNDEZ G., MARÍN. Manejo reproductivo de las colonias de rata espontáneamente hipertensa (SHR) y su control normotenso Wistar Kyoto (WHY) en el bioterio del instituto de fisiología celular de la Universidad Nacional Autónoma de México. 2013. p. 5.

⁵¹ KEMP; Robert. Handling and restraint. Housing and maintenance. Chapter 3. Cheshire. UK. 2014. p. 35.

⁵² *Ibid.*, p. 12.

El promedio de mortalidad para ratas corresponde a $3.6\% \pm 0.89\%$ y para ratones del $3.8\% \pm 0.83\%$ encontrándose en los límites aceptables reportados por Priotto y Steinmann⁵³ que es de 3 a 6% para ratas y ratones (Tablas 7 y 8). La mortalidad en roedores puede verse influenciada por cambios en la temperatura y humedad ambiental, cambios fisiológicos y conductuales, nutricionales, sanitarios y de adaptabilidad⁵⁴.

Tabla 8. Producción anual de ratones

	Partos por hembra/año	Crías por parto	% Mortalidad	Crías efectivas por hembra/Año	Hembras en reproducción	Producción
Literatura ⁵⁵	9 a 10	8 a 12	3 a 7	72 a 100		
Zoológico 1	9	9	3	79	12	948
Zoológico 2	9	8	5	68	20	1360
Zoológico 3	9	8	4	69	6	414
Zoológico 4	9	10	3	87	21	1827
Zoológico 5	8	9	4	69	16	1104
Promedio		8.8	3.8	74.4	15	
Desviación estándar		0.83	0.83	8.35	6.16	

Fuente: Esta investigación

El promedio de crías por parto en ratones es de 8.8 ± 0.83 , y el promedio de crías efectivas al año es de 74.4 ± 8.35 . Al respecto Priotto y Steinmann⁵⁶ reportan que un ratón en reproducción puede alcanzar un rango de 8 a 12 crías por parto y de 72 a 100 crías por año, por su parte, De Jesús y Quintero⁵⁷ encontraron que el promedio de crías por camada está entre 6.4 a 8.5, en conclusión los valores reportados en esta investigación están dentro de los rangos expuestos por los autores citados.

Las variaciones encontradas en ratas y ratones respecto de otras investigaciones pueden explicarse porque las condiciones ambientales influyen directamente sobre la producción, pues los zoológicos objeto de estudio se localizan en zonas

⁵³ Ibid., p. 12.

⁵⁴ ARREBOLA, A., FERNANDEZ, R., SUAREZ, F., SORONA M. Consideraciones importantes acerca de la cuarentena de ratas y ratones como biomodelos experimentales en toxicología. Revisión. Revista veterinaria Argentina. 2010. p. 11.

⁵⁵ PRIOTTO, J. y STEINMANN, A. Op. cit., p. 26.

⁵⁶ Ibid., p. 12.

⁵⁷ DE JESUS., R, QUINTERO., Z., Influencia de diferentes niveles de intensidad de la luz sobre algunos parámetros reproductivos en ratones., Universidad de los Andes., 2001. p. 406.

bien diferenciadas con climas que van desde los 13 °C a los 28 °C y las condiciones que más se acomodan a la producción de roedores varían en temperaturas de 18 a 25 °C⁵⁸.

Entonces las condiciones ambientales de cada producción guardan estrecha relación con los rendimientos finales, de ahí la importancia de no ignorar dichos factores.

Se ha demostrado que la intensidad de luz y el fotoperíodo en el bioterio influyen sobre su función reproductora, además de su visión y el ritmo cardiaco. Un ciclo diario de 12 a 14 horas de luz es recomendado para la mayoría de los animales especialmente en aquellos ratones que se crían en estantería. Un estudio de la Universidad de los Andes⁵⁹ revela que la posición en la estantería puede influir significativamente en la cantidad de crías por parto, donde en aquellos cubículos que se ubican en la primera, segunda y quinta fila la cantidad de crías por parto fue de 8.5 y en aquellas cubetas dispuestas en la tercer y cuarto nivel fue de 6.4 crías/parto.

En conclusión, por su ubicación geográfica los parques presentan condiciones de temperatura y humedad variables, además al interior de cada bioterio las condiciones estructurales como disposición y tamaño de fuentes de luz son diferentes y la colocación de la estantería puede influir en el tiempo de exposición de luz. Lo expuesto anteriormente explica el comportamiento en el número de crías para ratas, donde en el 80% de los zoológicos una hembra produce 29 crías al año y en ratones se reporta que el zoológico 4 tiene la mayor cantidad de crías por año (87 animales).

Las variaciones en la vida reproductiva de los roedores son pocas y para llegar a su mejor expresión solo hace falta controlar algunos factores ambientales y técnicas de manipulación.

El rango de producción encontrado en ratas es oscila entre 261 y 1450 animales al año y la producción de ratones evidencia una producción entre 414 y 1827 animales al año (Tabla 9 y 10). La cantidad de animales producidos está directamente relacionada con la demanda de presas por parte de los animales con hábitos carnívoros e insectívoros que se tiene en cada una de las colecciones; cuando las ofertas son altas el personal encargado de cada bioterio procura el aumento, pero en ocasiones la producción ha sido insuficiente. Entre las razones que pueden considerarse esta el manejo reproductivo, pues aunque se identificó

⁵⁸ FUENTES, F; MENDOZA, R; ROSALES, A; CISNEROS, R. Op. cit., p. 30.

⁵⁹ DE JESUS., R, QUINTERO., Z. Op. cit., p. 408.

que el 60% de las instituciones tiene un manejo riguroso, debidamente registrado y con estructuras de rotación bien establecidas, el 40% de los parques aún trabajan en su fortalecimiento, también debe contemplarse para ello factores ambientales y factores propios de las instalaciones.

Los parques visitados demuestran en el 80% de los casos una deficiencia en su producción (Tabla 9 y 10), siendo el zoológico 2 el que presenta mayor deficiencia anual en la oferta de ratas y ratones de 138 y 320 respectivamente.

Tabla 9. Producción y demanda anual de ratas

Institución	Demanda/ ratas	Producción/ ratas	Déficit en producción
Zoológico 1	504	464	40
Zoológico 2	480	342	138
Zoológico 3	273	261	12
Zoológico 4	1432	1450	+18
Zoológico 5	1250	1218	32

Tabla 10. Producción y demanda anual de ratones

Institución	Demanda/ ratones	Producción/ ratones	Déficit en producción
Zoológico 1	1026	948	78
Zoológico 2	1680	1360	320
Zoológico 3	438	414	24
Zoológico 4	1818	1827	+9
Zoológico 5	1150	1104	46

Fuente: Esta investigación

Considerando que los valores de demanda en cada parque se establecen respecto de los requerimientos alimenticios y comportamentales de las especies en conservación, puede inferirse que los niveles de producción del 80% de los bioterios no son suficientes y el 20% parece no tener problemas con la demanda. Pese a ello no debe ignorarse que la cantidad demandada depende de factores que varían todo el tiempo, como el peso del depredador, edad, estado de salud, tipo de presa y su ubicación (hábitat o clínica veterinaria). Así por ejemplo, un individuo en conservación no va a requerir la misma cantidad de presas en su madurez respecto de su juventud. La salud y ubicación del ejemplar también puede inferir en la demanda final, pues si se encuentra en clínica no puede depredar y no requerirá de un roedor hasta que se ubique en su hábitat. El

zoológico 4, es un caso particular tiene un nivel de producción que abastece la demanda anual de ratas y ratones. Esto probablemente es debido a que el zoológico tiene personal dedicado específicamente al cuidado de su bioterio, lo que facilita el control de cada producción, además esta institución tiene una temperatura ambiental elevada y ventanas amplias.

Respecto de la importancia de edad al destete, se tiene que si bien es cierto los roedores se destinan para entregar al momento de su destete o días posteriores, es indispensable su registro y manejo en la producción, ya que la calidad de leche que le suministre su madre influye en gran medida en la condición corporal de los animales.

En las cinco instituciones se da fin a la lactancia a los 21 días, tanto para ratas y ratones. Rivera *et al.*⁶⁰ afirman que el destete en roedores debe alcanzarse a los 21 días y para ello debe considerarse la edad y tamaño de las crías. Esto evidencia que los nutricionistas de los zoológicos dan fin a la lactancia en el tiempo adecuado, aunque al final de esta etapa no se realizan valoraciones de los destetos que permitan establecer su condición corporal.

Tabla 11. Relación reproductiva encontrada en ratas

	Relación hembra - macho	Cantidad de hembras en reproducción	Cantidad de machos en reproducción
Zoológico 1	2:1	16	8
Zoológico 2	2:1	18	9
Zoológico 3	3:1	9	3
Zoológico 4	5:1	50	10
Zoológico 5	3:1	42	14
	Promedio	27	8.8
	Desviación estándar	17.88	3.96

Fuente: Esta investigación

Teniendo en cuenta la información reportada en las tablas 11 y 12 se puede inferir que el promedio y desviación estándar varían considerablemente teniendo en cuenta que los cinco zoológicos manejan cantidades diferentes de reproductores. Así por ejemplo, la cantidad de hembras reproductoras está en un rango de 9 a 50 ratas y de 6 a 21 ratones.

⁶⁰ RIVERA C., HERNÁNDEZ G., MARÍN S. Op. cit., p. 13.

Tabla 12. Relación reproductiva encontrada en ratones

	Relación hembra - macho	Cantidad de hembras en reproducción	Cantidad de machos en reproducción
Zoológico 1	2:1	12	6
Zoológico 2	2:1	20	10
Zoológico 3	2:1	6	3
Zoológico 4	6:1	21	7
Zoológico 5	2:1	16	8
Promedio		15	6.8
Desviación estándar		6.16	2.58

Fuente: Esta investigación

Como se observa en las tablas 11 y 12, el 40% de los zoológicos emplean una relación hembra macho para ratas de 3:1, otro 40% emplean una relación de 2:1 y finalmente el 20% una relación 5:1. De igual manera la relación hembra macho para ratones en el 80% de los zoológicos es de 2:1 y el 20% 6:1. Cabe resaltar que los machos reproductores rotan por las diferentes cubetas con el objetivo de aumentar la variabilidad genética de la población.

El bioterio con mayor cantidad de producción es el que emplea un sistema de rotación en donde un macho cubre 6 y 5 hembras en ratas y ratones respectivamente. En este zoológico la cantidad de crías por hembra es mayor en relación a los demás como se observa en la tabla 9 y 10 (29 crías por hembra de ratas y 87 crías por hembra de ratón). Mendoza *et al.*⁶¹ recomiendan en su investigación el establecimiento de harem en ratones, donde un macho cubre 3 o más hembras, en este estudio cada hembra obtuvo en promedio 10 crías por parto, por su parte Díaz⁶² *et al.* informan que un ratón cubre de 2 a 4 hembras, Oropeza⁶³ refiere que las relaciones reproductivas en ratas pueden ser de 4:1 o 5:1, mientras que Marquez⁶⁴ propone una relación de 4:1. Esto indica que en efecto los roedores son empleados con regularidad en sistemas de apareamiento tipo harem sin afectar con ello la eficiencia reproductiva y la habilidad materna en roedores.

⁶¹ MENDOZA, M., SALAZAR, L. BRAVO, L. Establecimiento de un protocolo de reproducción para la obtención de especímenes murinos embrionarios/fetales. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 2013. p. 82.

⁶² DÍAZ, A., BONILLA, N., JIMENEZ, M. Comportamiento del ratón (rodentia : echimydae) en cautiverio. Revista institucional Universidad Tecnológica del Choco. 2007. p. 19.

⁶³ OROPEZA, José. Estrés por subalimentación, ruido y calor en la eficiencia reproductiva de ratas de la cepa wistar. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de zootecnia. 2007. p. 6

⁶⁴ MARQUEZ, Marcelo. Características reproductivas de ratas en cautiverio. Instituto de Recursos Naturales, Texcoco, México. 2002. p. 141.

En conclusión se encontró que ningún zoológico demuestra variables reproductivas en roedores por debajo de los valores aceptados por otras investigaciones, pero también se demostró que en ninguno de los zoológicos las hembras del ratón expresan su mejor potencial productivo y reproductivo, dicho en otras palabras aunque sus rendimientos están dentro del promedio que se refiere en investigaciones, pueden obtenerse mejores resultados (Tablas 7 y 8).

Respecto de la producción y demanda de las presas, el 80% de los zoológicos no abastece los requerimientos (Tabla 9 y 10), entonces los profesionales pueden considerar dos opciones:

- Mejorar factores de producción e intensificar el monitoreo de factores ambientales (humedad y temperatura). En esta investigación se encontró que el zoológico 4 tiene mejores rendimientos reproductivos donde se emplea una relación hembra:macho en ratas y ratones de 5:1 y 6:1 respectivamente, abasteciendo la demanda anual, su bioterio se encuentra vigilado constantemente por el personal, permitiendo un manejo adecuado lo cual se ve expresado en su producción.
- Trabajar con las condiciones actuales incrementando el número de reproductores hasta abastecer la demanda a partir de la cantidad de partos y número de crías por parto de una hembra. En este sentido para abastecer la demanda de ratas el zoológico uno debe aumentar 1 hembra al programa de reproducción, el zoológico dos 7, el tres 1, el cinco 1 y para abastecer la demanda de ratones el zoológico uno debe incluir 1 hembra adicional, el dos 5, el tres 1 y el cinco 1.

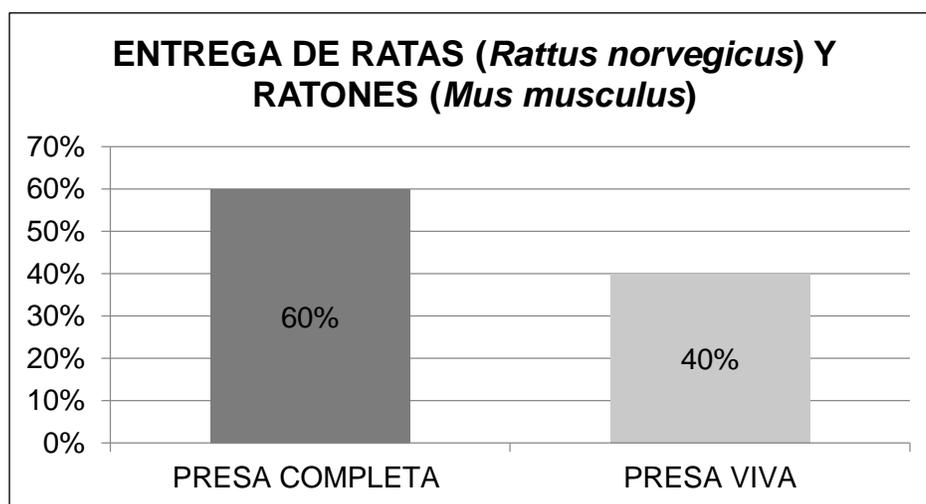
La continuidad de la producción depende también de la selección y remplazo continuo de parentales, si se conoce que cada parental tiene una vida reproductiva de un año aproximadamente (5 camadas en ratas y 9 camadas en ratones), se debe trabajar en la selección continua de ejemplares, además de estar preparado para el reemplazo de reproductores bien por deficiencias reproductivas como abortos frecuentes, camadas pequeñas, dificultades de preñez o monta, al igual que muertes repentinas o pérdidas de animales. Para la selección de reproductores debe considerarse un examen físico observando el tamaño, peso y estado de salud, verificando que el animal no tenga antecedentes de enfermedades o afecciones, se aconseja que la elección de los animales sea de los 2.5 a 3 meses de edad para ratas y al 1.5 a 2 meses de edad en ratones⁶⁵.

⁶⁵ ASSUMPCIÓ, M., FERRÉ, N. Organización y mantenimiento de un estabulario de ratas para la investigación en psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. s/a. p. 196

6.3.2.2 Uso como presa viva. En el 40% de los zoológicos se incluye roedores como presa viva en programas de enriquecimiento ambiental, tal como se observa en la figura 10. Por lo general se entregan ratas destetos de aproximadamente 80 g en buena condición corporal. A diferencia de las ratas, los ratones se entregan de 20 g. El 60% de los parques procura la insensibilización previa de roedores para la entrega como presa completa. La forma más común de insensibilización es con contusión en zona atlanto occipital, pero en algunos parques se trabaja en la construcción de cámaras de dióxido de carbono.

También son destinados para suministro, los parentales de descarte de las dos especies y en ocasiones ratones pinkys o roedores adultos, el criterio de elección para la cantidad y edad del animal que se ha de suministrar corresponde a los requerimientos del depredador.

Figura 10. Forma de entrega de ratas y ratones



Los profesionales concuerdan en afirmar que no desconocen las diferentes formas de relación en la naturaleza, sin desglosar ningún cuestionamiento ético cuando se presentan de forma natural y sin intervención del ser humano. En relación a esto Jiménez, anota que las especies vertebradas que se destinan como presas, al igual que sus depredadores, están dotadas por un sistema nervioso central que le confiere la capacidad de experimentar dolor y su capacidad cognitiva le permite asimilar lo que sucede en su entorno⁶⁶.

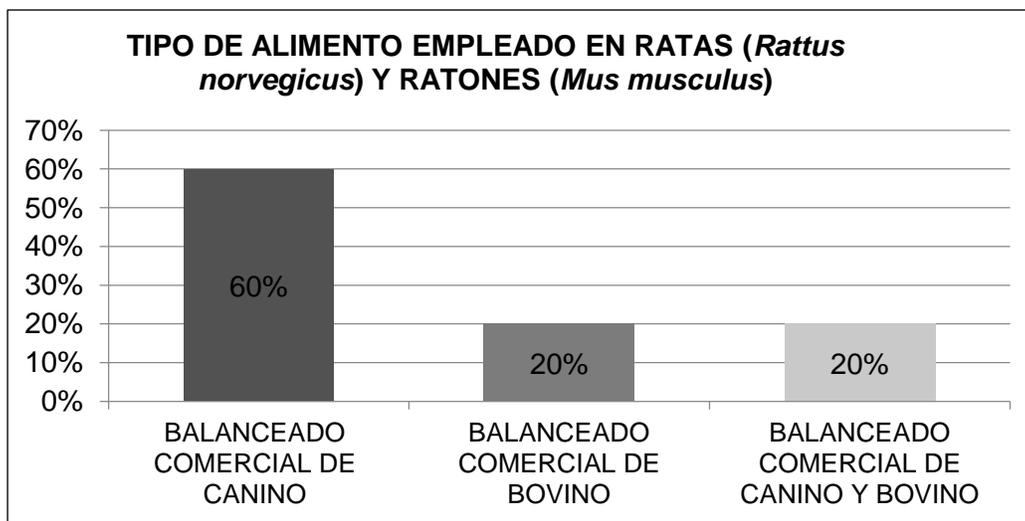
Eso explica la tendencia de los nutricionistas respecto al sacrificio previo de las presas. El tema es ampliamente discutible desde dos puntos de vista muy

⁶⁶ JIMÉNEZ., L. Op. cit., p. 42.

marcados que deben ser considerados, por un lado no debe ignorarse el hecho de que debe proveerse a los animales en cautiverio de la mayor cantidad de estímulos y ambientes propios de su medio natural y por otro lado están los profesionales que consideran con detenimiento el bienestar animal de la especie en bioterio.

6.3.2.3 Alimentación. En cuanto a la alimentación de ratas y ratones se encontró que los nutricionistas usan con frecuencia balanceado comercial de línea canina y bovina de la siguiente manera:

Figura 11. Tipo de alimentación en ratas y ratones



El 60% de los zoológicos emplea balanceado comercial canino en la alimentación de roedores, el 20% incluye alimento balanceado para terneras nodrizas y el 20% realiza la mezcla de los dos (Figura 11). El no empleo de alimentos específicos para roedores en el país se explica porque no existe una producción de este alimento en el territorio nacional y su precio limita sensiblemente su uso, como se observa a continuación:

- \$ 3.750/Kg para roedores⁶⁷.
- \$ 2.333/Kg para caninos⁶⁸.
- \$ 1.222/Kg para bovinos⁶⁹.

⁶⁷ SoloStocks. Agrinal rodentina. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.solostocks.com.co/venta-productos/equipamiento-cria-animales/otros-equipamientos-cria-animales/agrinal-rodentina-335525>>

⁶⁸ Connect my dog. Comida para perros. Concentrado Ringo. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.connectmydog.com/comida-para-perros/concentrado-ringo/15/todos/todos>>

Con referencia a la tabla nutricional del alimento, el balanceado comercial bovino presenta niveles de proteína inferior, grasa y fibra con leves diferencias en referencia al alimento de roedores importado. En la siguiente tabla (13) se indican las características nutricionales de los alimentos empleados:

Tabla 13. Comparacion de alimentos balanceados para alimentación de ratas y ratones

Perfil del alimento	Proteína	Grasa	Fibra	Cenizas	Humedad
Balanceado de roedores ⁷⁰	23.50%	6%	5%	8%	13%
Balanceado de caninos ⁷¹	24%	7%	5%	10%	12%
Balanceado de bovinos ⁷²	18%	6%	-	-	-

Robbins⁷³ menciona que la cantidad de alimento y requerimientos nutricionales varía según la etapa en la que se encuentre los animales, una rata adulta (4 meses) requiere entre 12 y 15% de proteína mientras que un pinky o una madre en estado de gestación necesita entre 20 y 25% de proteína. Existe también una diferencia de requerimientos nutricionales aplicados al sexo (machos - hembras), la cantidad de ejercicio, el tipo de alojamiento, la temperatura ambiental y la disposición de agua. Es importante anotar que los machos de las ratas crecen notablemente más que las hembras, especialmente durante las primeras semanas, por tanto, en etapas tempranas del desarrollo requieren niveles de proteína y energía elevados, situación similar ocurre cuando los roedores son provistos en cubetas de amplios espacios que exigen continuo movimiento.

En los bioterios se alberga principalmente parentales, madres gestantes y lactantes, esto sugiere altos niveles de proteína y energía para la formación del feto, los animales lactantes por lo general se suministran después del destete. Lo anterior sugiere que la alimentación de los animales en los bioterios es adecuada, pues se suministra los niveles de proteína que las especies alojadas requieren.

⁶⁹ Itacol. Novillas. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.italcol.com/ganaderia/ganaderia-de-leche/crianza-y-levante/novilla/>>

⁷⁰ SoloStocks. Agrinal rodentina. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014].

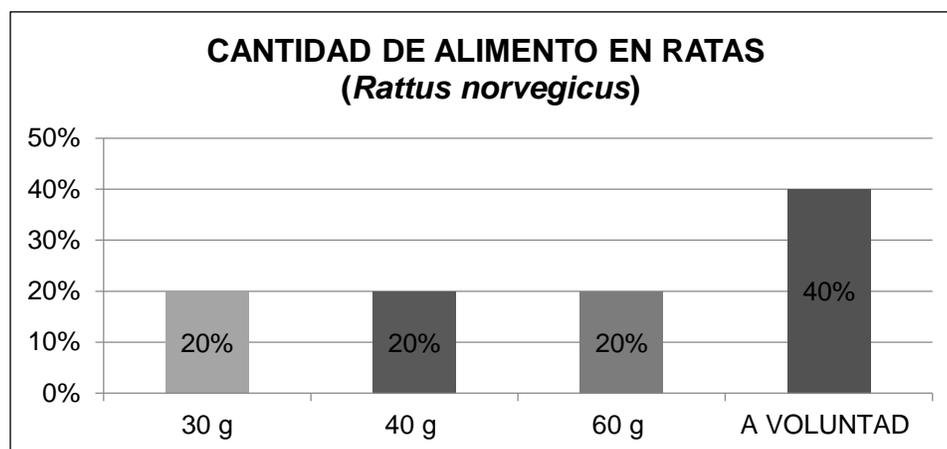
⁷¹ Connect my dog. Comida para perros. Concentrado Ringo. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014].

⁷² Itacol. Novillas. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014].

⁷³ ROBBINS, Karen. Necesidades nutricionales en ratas. [En línea]. 2015. [Citado el 3 de febrero de 2015]. Disponible en Internet: <<http://www.piecofheavenrattery.com/gu%C3%ADa-de-cuidados/para-profundizar/nutri%C3%B3n-b%C3%A1sica/>>

Según Mora *et al.*⁷⁴, la cantidad de alimento que consume una rata adulta es de 25 a 34 g al día. El 20% de las instituciones se encuentra dentro de este rango, el 40% de ellos suministra una cantidad superior y el 40% restante suministra alimento a voluntad, lo que indica que en el 40% de los zoológicos se suministra cantidades superiores a los requerimientos de los animales. Robbins⁷⁵ menciona que las ratas necesitan comer pequeñas cantidades de comida varias veces al día, probablemente esta es la razón por la cual el 40% de los parques suministran el alimento a voluntad (Figura 12). En cuanto a la cantidad de agua, todos los zoológicos la suministran a voluntad, lo que es ideal para cualquier producción animal.

Figura 12. Cantidad de alimento diario en ratas



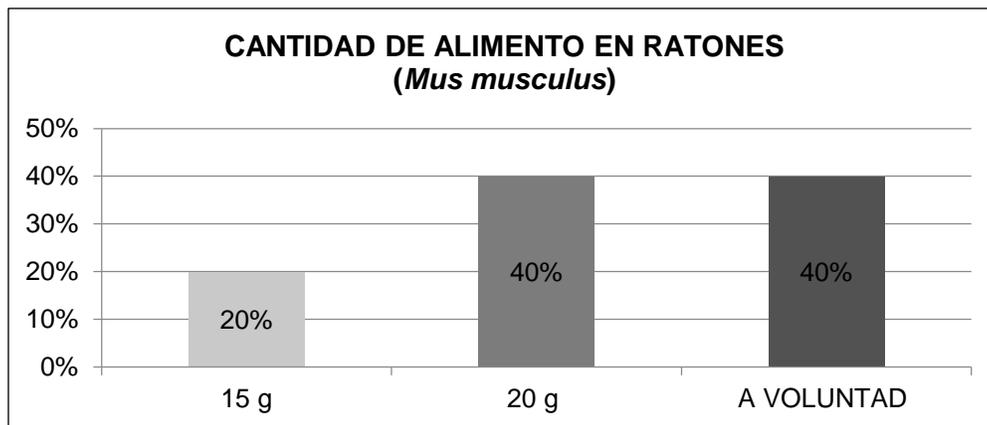
Los ratones deben recibir alimento en cantidad y calidad suficiente para sus necesidades y para conservar la salud. El acceso al alimento debe ser libre y dosificado de acuerdo con los requerimientos, cuando los animales se albergan en grupos, debe haber suficientes puntos de alimentación para minimizar la competencia por el alimento y asegurar que todos los ratones tengan acceso. Un ratón adulto normalmente consume 15 g al día⁷⁶. El 40% de los parques alimentan a los ratones a voluntad, el otro 40% suministran 20 g al día y el 20% restante suministra 15 g al día (Figura 13), al igual en las ratas lo más recomendable es suministrar alimento a voluntad ya que pueden consumir pequeñas cantidades durante el día.

⁷⁴ MORA, E. L., MORENO, L. R., PACHECO, L. M., CAIZA, F. Efecto del cambio de jaulas en la producción de ratas Sprague Dawley. Laboratorio de Ensayos Biológicos. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 2013. p. 2.

⁷⁵ ROBBINS, Karen. Op. cit., p. 1.

⁷⁶ FUENTES, F; MENDOZA, R; ROSALES, A; CISNEROS, R. Op. cit., p. 18.

Figura 13. Cantidad de alimento diario en ratones



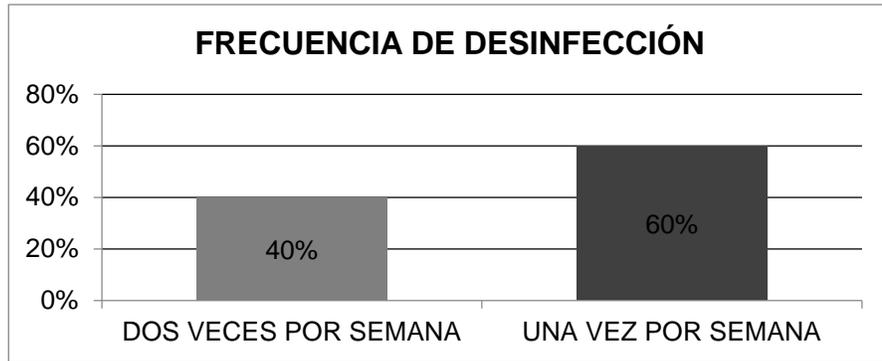
También debe contemplarse que durante las dos primeras semanas de vida los roedores no consumen alimento sólido y solo una semana antes de su destete han iniciado a consumir el alimento balanceado. Esto supone que el alimento tiene mayor influencia en la madre y la calidad de la leche, que en el animal que va a ser destetado, pues el destete es básicamente el momento en que el roedor se dispone para entrega o sacrificio.

6.3.2.4 Sanidad. Las labores de limpieza se realizan diariamente en cada una de las instituciones, en cuanto a la frecuencia de desinfección como se observa en la figura 14, el 60% de los bioterios lo efectúa una vez por semana, mientras que en el 40% se realiza dos veces por semana. Fuentes *et al.*⁷⁷ mencionan que cambiar el material del lecho dos a tres veces por semana, es indispensable para evitar concentraciones altas de amoníaco que son perjudiciales para los animales, esta frecuencia también depende del tamaño, cantidad de ratones albergados y de la ventilación del ambiente, entonces en los zoológicos se mantiene el manejo sanitario dentro de los parámetros normales. Otras de las prácticas comunes son la ubicación de pediluvios en acceso principal y flameados eventuales.

Los productos más utilizados son hipoclorito de sodio al 5.25% y amonios cuaternarios (Sanityzer), los cuales son recomendados en la limpieza y desinfección de todos los elementos que se usan en la producción.

⁷⁷ Ibid., p. 37.

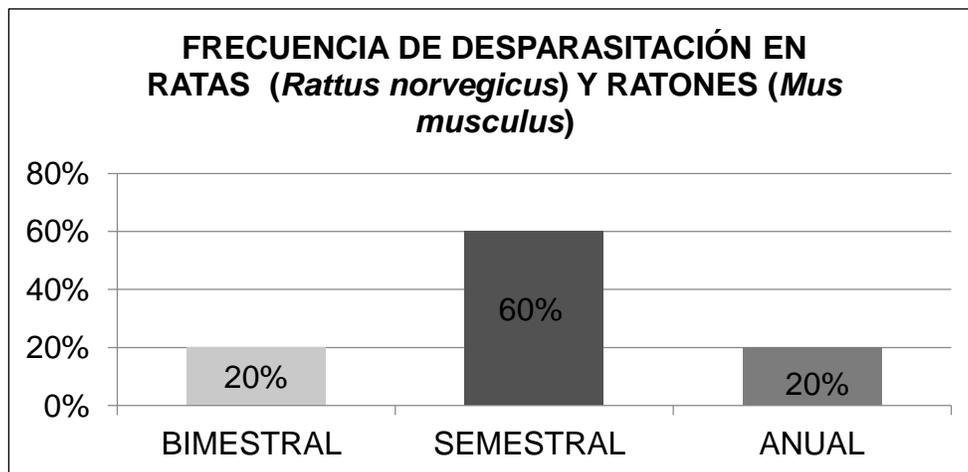
Figura 14. Desinfección de bioterios de ratas y ratones



Si se consideran las causas de muerte, puede afirmarse que los procesos de limpieza y desinfección establecidos en cada bioterio son suficientes para prevenir y evitar proliferación de microorganismos dañinos que puedan afectar la continuidad de la crianza en roedores. Pues la mortalidad no refleja valores o casos específicos por brotes o aparición de microorganismos perjudiciales a excepción de la presencia de ectoparásitos que se reportó en el 20% de las instituciones (Tabla 14).

La figura 15 indica que el 60% de las instituciones realiza desparasitación semestral, el 20% bimestral y el 20% anual. El producto más empleado es fenbendazol diluido en agua. No es común encontrar una fórmula que indique cada cuanto se deben desparasitar los roedores, sin embargo las instituciones realizan un examen físico y coprológico periódicamente con el fin de verificar la incidencia de parásitos internos.

Figura 15. Frecuencia de desparasitación de ratas y ratones



Esta actividad está a cargo del profesional en medicina veterinaria y en contraste con las causas más comunes de muerte, la frecuencia de muertes por endoparásitos no fue reportada por ninguna de las instituciones.

6.3.2.5 Mortalidad. En las instituciones se reporta un promedio para ratas y ratones respectivamente de 3.6 y 3.8% (Tablas 7 y 8) y sus principales causas son por heridas cutáneas, vejez, choques de calor y presencia de ectoparásitos, sobresaliendo el canibalismo y la presencia de tumores.

Tabla 14. Causas más comunes de muerte

Causas comunes de muertes	Frecuencia encontrada	Porcentaje (%)
Canibalismo	5	100%
Cambios de temperatura	2	40%
Presencia de tumores	1	20%
Heridas cutáneas	1	20%
Vejez	1	20%
Ectoparásitos	1	20%

Fuente: Esta investigación

El canibalismo en roedores se presenta en el 100% de las instituciones, puede explicarse por la influencia del componente genético, condiciones ambientales y manipulación sobre los niveles de estrés. Pues el ambiente externo y el microambiente en asocio a la capacidad de generar estrés que le confiere el sistema nervioso central permiten el desarrollo de episodios de canibalismo. Estudios recientes indican que este tipo de comportamientos pueden mitigarse con el empleo de prácticas adecuadas de manejo y manipulación por parte de los operarios. Por ejemplo el destete puede reducir el estrés en los animales cuando en lugar de extraer a los roedores destetos de la cubeta es la madre quien se retira, pues al incluir unidades en otras poblaciones es común la presencia de canibalismo y de ataques entre animales. El empleo de prácticas de enriquecimiento ambiental en los roedores también influye en la incidencia del canibalismo, si los animales en la cubeta tienen objetos para roer o tubos de cartón que les permita esconderse y a las madres se le proporciona algodón para que pueda formar sus nidos, puede reducir en gran manera el ataque entre animales⁷⁸.

Las condiciones ambientales en las que se ubican los diferentes bioterios en el país son variables, el 40% de las instituciones reporta muertes asociadas a

⁷⁸ RIVERA, C., HERNÁNDEZ, G., MARIN, S. Op. cit., p. 17.

cambios bruscos de temperatura, pese a que estos animales están altamente capacitados para adaptarse a diferentes ambientes los cambios causan daños considerables dentro de las producciones. Los bioterios no tienen termómetros e higrómetros para la vigilancia del ambiente, este recurso permitiría el control de temperaturas y humedades y el asocio de éstas con la presencia de episodios internos y la influencia de situaciones externas en el desarrollo de la producción.

La presencia de tumores se explica por el nivel de consanguinidad que han alcanzado las poblaciones, aunque su presencia en el 20% de las instituciones en relación a las demás causas de mortalidad es relativamente bajo, es motivo suficiente para estar alerta y procurar el recambio de parentales con otras instituciones y renovación de poblaciones con mayor regularidad. Es importante mencionar que todo el pie de cría procede de laboratorios de universidades y otros parques zoológicos pero coinciden al menos con una rama de familias, se sugiere además del intercambio inter institucional e instituciones de otros países que guarden poca relación con las familias existentes en el país.

6.3.2.6 Rutinas de manejo. La rutina de manejo es particular en cada parque en relación a las actividades requeridas para el sostenimiento de la producción, así por ejemplo:

- Inspección visual de los animales
- Suministro de alimento
- Recambio de agua
- Labores de aseo y desinfección
- Cambio de sustratos o camas
- Manejo de registro de nacimientos y muertes
- Manejo de registro de información y reporte de anomalías

6.3.2.7 Instalaciones. En cuanto al material de construcción de los bioterios se encontró que el 20% está construido en su totalidad con materiales renovables como guadua y madera, bien estructurado, debidamente identificado, fuente de agua y bodega de almacenamiento.

El 80% de los zoológicos visitados emplea materiales como concreto, ladrillo y eternit, en su interior es frecuente el uso de cerámica, paredes con tableta impermeable, mesones con filos redondeados o cubiertos de cerámica (Figura 16).

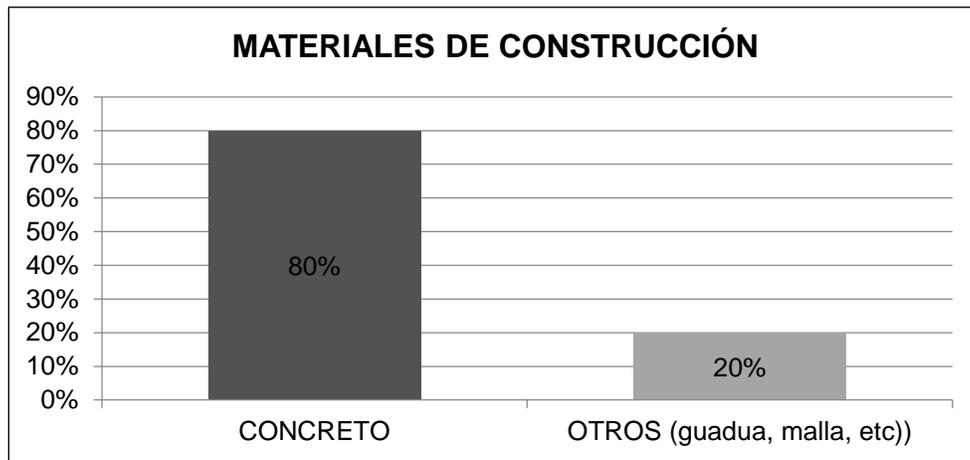
Una de las instituciones presenta la adaptación de comederos internos, con sistema de suministro de agua por dispensador automático que se acciona cuando el animal presiona con sus mandíbulas la boquilla.

Todos los parques presentan instalaciones funcionales, pero una de ellas carece de suministro de agua.

En todas las instalaciones se evidencia al interior área de parentales, destetos y animales para entrega con cubetas contenidas en estanterías metálicas, las cubetas son plásticas provistas de tapas con refuerzo de mallas para evitar fugas.

En cuanto al material de edificación las consideraciones son pocas, ya que lo verdaderamente importante es la funcionalidad de la instalación, su distribución y su uso.

Figura 16. Materiales de construcción del bioterio



En referencia al area dedicada a los bioterios en mamiferos, se observo que el tamaño se encuentra entre 15 y 20 m² . Tambien se identifico que los parques disponen de bioterios de vertebrados e invertebrados separados y con distancias considerables, tan solo uno de ellos comparte la produccion de ratas y ratones con tenebrios en la misma edificación.

Un aspecto importante es el área que se destina al interior de cada cubeta para la disposición de los animales. La Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO⁷⁹ (Tabla 15) para el uso de animales de laboratorio advierte el espacio en relación al peso que debe proporcionarse a cada animal:

Tabla 15. Espacio utilizado en relación al peso de roedores

Animal	Peso en gramos	Area del piso por animal - cm ²	Altura en cm del piso al techo
Ratas	< 100	110	18
	100-300	187	20
	300-400	258	20
	400-500	387	20
	> 500	452	20
Ratones	< 10	39	12
	10 -15	52	12
	> 25	97	12

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO.

Las cubetas plasticas empleadas con regularidad para la producción de ratas en los zoologicos tienen dimensiones de 60 cm largo, 40 cm ancho y 40 cm de alto. Lo que advierte un número no mayor de 6 animales por cubeta, tal y como lo manejan en las instituciones e incluso se tiene el caso de 2 animales por cubeta, según la etapa productiva en la que se encuentren. Martí y Ferré⁸⁰ sugieren que la dimensión usada en laboratorios es de 52, 27 y 20 cm por cubeta para 4 o 5 animales, lo cual nos indica que en el caso de las instituciones que tienen 2 o 3 animales por cubeta se desaprovecha espacio útil, aunque también es indispensable analizar el grado de canibalismo para establecer la densidad.

6.3.3 Tenebrios (*Tenebrio molitor*). El tenebrio es un gusano muy fácil de criar. Se utiliza como alimento vivo para animales en cautividad como aves, primates, anfibios y pequeños roedores. Los tenebrios realizan la metamorfosis completa, se usa principalmente en su etapa larval o ninfa. Se encontró que la producción de tenebrios se encuentra en el 100% de las instituciones visitadas.

⁷⁹ MÉXICO. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA. (21 de octubre de 2010). NOM-062-ZOO Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. 1999. p. 12.

⁸⁰ MARTÍ, A., FERRÉ, N. Op. cit., p.193.

El registro de información es difícil, porque como se mencionó con anterioridad, el proceso es dispendioso por el tamaño y cantidad de los animales. Sin embargo el 100% de los zoológicos registra información referente a producción y recambio de cama o cubeta (Tabla 6).

6.3.3.1 Nacimientos. En el 100% de los zoológicos donde se reportó esta producción, no se referencia datos de natalidad. Argueta y Ramos⁸¹ reportan que las hembras ovopositan alrededor de 200 a 300; el período de ovoposición es variable, dependiendo de las condiciones del medio y el alimento, fluctúa entre 25 y 120 días, pueden vivir hasta 3 meses como larvas y hasta 3 o 4 meses como escarabajo lo que indica que si se mantienen una producción constante se dispondrá de alimento de calidad durante todo el año.

6.3.3.2 Uso como presa viva. Los zoológicos reportan que estos animales se suministran en etapa larval de 20 a 21 días después de la eclosión, al momento de la entrega se encuentran vivos como parte del proceso de enriquecimiento ambiental. Por su parte, Soto⁸² afirma que a los 20 días las larvas de tenebrio se encuentran en las condiciones adecuadas para ser suministrados como presa viva, igualmente lo reportan Dierenfeld y Graffam⁸³ quienes además afirman que las otras etapas del ciclo de vida del tenebrio no son recomendables como alimento por sus elevados niveles de quitina, lo que indica que los zoológicos emplean los tenebrios en la etapa más conveniente.

Tabla 16. Cantidad de animales producidos

Zoológicos	Cantidad de tenebrios al día	Cantidad de tenebrios al año
Zoológico 1	16.4 g	6000 g
Zoológico 2	4.9 g	1800 g
Zoológico 3	26.3 g	9600 g
Zoológico 4	23.6 g	8640 g
Zoológico 5	19.8 g	7250 g
Promedio	18.2	6658
Desviación estándar	8.3	3040.03

⁸¹ ARGUETA, L. y RAMOS, G. Contenido de proteína, grasa, calcio, fósforo en larvas del escarabajo molinero (Coleoptera: Tenebrionidae: *Tenebrio molitor* L.) alimentadas con diferentes sustratos y fuentes de agua; para ser utilizadas como alimentación de animales silvestres. Universidad del Salvador. San Salvador. 2013. p. 13.

⁸² SOTO, Hugo. Op. cit., p. 45.

⁸³ DIERENFELD, E and GRAFFAM, W. Op. cit., p. 20.

Como se observa en la tabla 16, el promedio de producción de los cinco zoológicos visitados es de 18.2 ± 8.3 g al día, la cantidad de animales entregada como alimento para especies en conservación es variable, esto depende directamente de la cantidad de depredadores y su dieta. Se diferencia claramente que las instituciones tienen una producción que varía entre 4.9 y 26.3 g al día. La cría de las larvas del tenebrio es una de las maneras más sencillas, higiénicas y económicas de obtener proteínas vivas. Se pueden usar las larvas y las ninfas que proporcionan una abundante cantidad de alimento durante todo el año⁸⁴.

Es importante considerar los métodos empleados para enriquecer el contenido de calcio de las larvas de tenebrios. La relación de contenido de calcio se mejora mediante la ingesta de suplementos, vitaminas y minerales⁸⁵. El 60% de zoológicos desarrollan esta actividad adicionando carbonato de calcio y miel para aumentar la palatabilidad y las condiciones nutricionales.

Existen varios estudios que comprueban la efectividad del uso de estas presas vivas en animales en cautiverio puesto que son muy apetecidos por animales como aves anfibios y grandes peces. Sin embargo, Bernard *et al.*⁸⁶ afirma que mantener una dieta únicamente con larvas de tenebrio no es adecuado debido a que estos insectos son pobres en vitaminas y poseen grandes cantidades de grasas. Estos insectos son usados principalmente como suplemento a la dieta y enriquecimiento ambiental. No se tiene el valor exacto de cuantos animales se suministran a cada animal en los zoológicos, sin embargo se proponen las siguientes cantidades:

- Camaleón - Escorpión - Iguana - Lagartija - Gecko - Ranas - Sapos - Salamandra - Tarántula - Tortuga de tierra - Tortuga Japonesa. Se sugiere que consuman en promedio entre 4 y 6 tenebrios diarios.
- Carpas - Cíclidos - Peces de Ornato (mayores de 8 cm) - Pez Japonés - Pirañas - Truchas - Tilapias.
- Erizos - Hámsters – Cuyes - Mono Titi - Gecko - Musaraña. Se sugiere que consuman en promedio entre 2 a 3 tenebrios diarios⁸⁷.

⁸⁴ SOTO, Hugo. Op. cit. p. 39.

⁸⁵ BERNARD, J., ALLEN, M., ULLEY, D. Feeding captive insectivorous animals: nutritional aspects of insects as food. Michigan State University. 1997. p. 2

⁸⁶ *Ibid.*, p. 7.

⁸⁷ DAMBORSKY, M., SANDRIGO, T., BAR, M., OSCHEROV, E. Ciclo de Vida de *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae) en Condiciones Experimentales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE. Argentina. (s/a). p. 8.

6.3.3.3 Alimentación. Hernández⁸⁸ afirma que los tenebrios sometidos a una dieta de salvado de trigo se pueden mantener durante algún periodo de tiempo, sin embargo, al prolongar esta práctica la nutrición se ve afectada. Una mezcla de harina de trigo, avena, harina de soja, harina de maíz, levadura de cerveza y salvado producen tenebrios de gran tamaño y aceleran su desarrollo. Por lo tanto como se ve en el cuadro 2, con base a lo mencionado, todos los zoológicos manejan una mezcla de diferentes harinas, lo que indica que la práctica se realiza según las condiciones que se reportan en la literatura.

Cuadro 2. Tipo de alimento suministrado a tenebrios

Tipo de alimento	Zoológico 1	Zoológico 2	Zoológico 3	Zoológico 4	Zoológico 5
Harina de trigo, salvado o mogolla	X	X	X	X	X
Avena		X	X		X
Cascarilla de arroz	X			X	
Verduras (lechuga, zanahoria, manzana)	X	X	X	X	X

Fuente: Esta investigación

Las verduras como zanahoria y lechuga y frutas como manzana son proporcionados por el 100% parques zoológicos, siendo estos alimentos útiles para mejorar la hidratación y mantener la humedad adecuada de la cubeta.

6.3.3.4 Mortalidad. La mortalidad es difícil de estimar. En ninguna de las instituciones se contempla este parámetro, sin embargo Damborsky *et al.*⁸⁹ reportan que la mayor tasa de mortalidad se registra en el estado de huevo, y en el segundo estadio larval que es el momento en el que más atención se les debe prestar a estos animales.

⁸⁸ HERNÁNDEZ, Sonia. Insects as food: nutritious and delicious. Institute of Ecology and Dept. of Small Animal Medicine. College of Veterinary Medicine. University of Georgia. Orlando. 2006. p. 1794.

⁸⁹ DAMBORSKY, M., SANDRIGO, T., BAR, M., OSCHEROV, E. Op. cit. p. 9.

6.3.3.5 Sanidad. Las labores de limpieza y desinfección se realizan diariamente en cada una de las instituciones, se realiza el cambio de cama cada 13 a 15 días y se retiran las verduras no consumidas cada 2 o 3 días. Una investigación realizada en estos animales reporto que es indispensable mantener condiciones sanitarias adecuadas, ya que esto influye de directamente en la producción, recomiendan mantener la cama de los tenebrios de 2 a 3 cm de profundidad con una humedad constante y recambio de cama cada 10 o 12 días⁹⁰. Lo anteriormente mencionado nos indica que los zoológicos mantienen las condiciones sanitarias adecuadas.

El producto más utilizados en el 100% de los parques es hipoclorito de sodio al 5.25% y en algunos casos amonios cuaternarios (Sanityzer) (40% de las instituciones).

6.3.3.6 Rutinas de manejo. La rutina de manejo se realiza de la siguiente manera:

- Inspección visual
- Suministro y/o retiro de verduras
- Mantenimiento de humedad
- Labores de aseo y desinfección
- Cambio de sustratos o camas
- Registro de información y reporte de anomalías

6.3.3.7 Instalaciones. El bioterio de invertebrados alberga tenebrios en el 100% de los zoológicos. El tamaño de los bioterios varía entre 10 a 30 m² teniendo en cuenta que uno de los zoológicos comparte la producción de vertebrados con invertebrados. Al igual que en el bioterio de ratas y ratones (Figura 16), los materiales utilizados en la estructura los mismos, lo cual depende del criterio personal de los zoológicos para su manejo y utilización. Por otro lado para la crianza de tenebrios y grillos se usa comúnmente estantes metálicos con cubetas plásticas cubiertos por mallas, paneles de huevo, harinas, bombillas térmicas y oasis para favorecer humedad y suministro de agua.

⁹⁰ Ibid., p12

6.3.4 Grillos (*Acheta doméstica*). Trujillo⁹¹ afirma que La cría del grillo se ha utilizado desde hace algunos años como alimento vivo para animales insectívoros criados en cautiverio. Esto debido a su alto nivel proteico y su bajo nivel lipídico. A diferencia de los tenebrios, el grillo presenta una metamorfosis incompleta, lo que quiere decir que su forma es igual desde que nace hasta ser adulto lo que se denomina como ninfa.

Se encontró que el 80% de los zoológicos visitados tienen esta producción, con el objetivo principal de utilizar estos vertebrados en la alimentación y en enriquecimiento ambiental de especies en cautiverio. Sin embargo, los nutricionistas reportan que ha sido muy difícil su implementación y que han tenido que invertir mucho tiempo y recursos en la cría de estos animales debido a que son muy sensibles a cambios en la alimentación, temperatura y humedad generando mortalidades muy altas.

6.3.4.1 Nacimientos. En la página electrónica de flucker's farm una reconocida empresa dedicada a la producción de presas vivas en Estados Unidos menciona en flucker's cricket biology que la cantidad aproximada de puesta de huevos por grillo es de 50 a 100 huevos cada 2 a 3 días por un periodo de 2 meses⁹². En la presente investigación se encontró que la información de natalidad es muy limitada. Únicamente el 20% de los zoológicos reportó que se produce aproximadamente 7000 grillos al mes, en este caso obtienen esta información debido a que en el bioterio existe personal dedicado exclusivamente al manejo del mismo, lo que facilita el control de la producción.

6.3.4.2 Uso como presa viva. Hernández⁹³ menciona que la presa viva se debe ofrecer en el momento apropiado para cada animal. Estas presas deben ser suministradas en el tamaño y cantidad adecuados. El tamaño debe estar en relación con las características del depredador, de tal manera que sea capaz de llevar la presa y encajarla en su boca. La mejor opción es ofrecer una cantidad pequeña de insectos y si estos son consumidos en su totalidad se puede optar por suministrar más, en lugar de colocar una gran cantidad a la vez.

Las presas vivas se deben ofrecer de forma natural, con el fin de fomentar un comportamiento normal de búsqueda en los animales consumidores. La exposición natural de los insectos permite que se escondan y por lo tanto

⁹¹ TRUJILLO, Daniel. Cría del grillo doméstico (*Acheta domestica*). Morelos. México. s.a. p. 12.

⁹² FLUCKER'S. Flucker's cricket biology guide. Flucker's Cricket Farm, Inc. [En Línea]. 2015 [Citado el 22 de marzo de 2015]. Disponible en Internet: < www.fluckerfarms.com/pdfs/cricket.pdf >.

⁹³ HERNÁNDEZ, Sonia. Op. cit., p. 1794.

contribuye a el enriquecimiento ambiental; sin embargo, en instalaciones donde sea difícil esta práctica se requiere el uso de tubos de cartón o troncos huecos a la hora de suministrarlos⁹⁴.

El promedio de producción de grillos en los cinco zoológicos es de 6610 g al año, cada plantel entrega distintas cantidades de grillos que varían de 1800 g y 9600 g para alimentación de especies en cautiverio. Dicha cantidad depende de la demanda del zoológico como se observa en la tabla 17:

Tabla 17. Cantidad de animales producidos

Zoológicos	Cantidad de grillos suministrados al día	Cantidad de grillos suministrada al año
Zoológico 1	26.3 g	9600 g
Zoológico 2	23.6 g	8640 g
Zoológico 3	4.9 g	1800 g
Zoológico 4	17.5 g	6400 g
Promedio	18.1	6610
Desviación estándar	9.5	3475

Fuente: Esta investigación

Los Zoológicos entregan los grillos a entre las 10 y 12 semanas de edad. Sin embargo como Trujillo ⁹⁵ menciona, conocer las necesidades del animal a alimentar determinara qué tamaño y edad de los grillos es mejor para la alimentación. Los grillos están disponibles en una gran variedad de tamaños para adaptarse a muchas edades y tipos de animales. Los de menor tamaño son ideales para los animales silvestres más pequeños o jóvenes y los grillos adultos para animales de mayor envergadura.

La práctica de suplementar los grillos únicamente con calcio antes de ofrécelos como presas vivas se ha establecido en el 100% de los parques zoológicos. Sin embargo, las dietas altas en calcio no están diseñados para satisfacer las necesidades de nutrientes de los insectos. Estas dietas tienen la intención de llenar el tracto gastrointestinal de la presa viva y proporcionar un paquete más completo de nutrientes para el depredador. Debe considerarse que el consumo prolongado de dietas altas en calcio (sobre todo por los grillos y larvas de tenebrio) puede conducir a la alta mortalidad de los insectos⁹⁶.

⁹⁴ *Ibíd.*, p. 1795.

⁹⁵ TRUJILLO, Daniel. *Op. cit.*, p. 13.

⁹⁶ BERNARD, J., ALLEN, M., ULLEY, D. *Op. cit.*, p. 3.

6.3.4.3 Alimentación. En los zoológicos se alimenta a los grillos con balanceado comercial para trucha o mojarra en pequeñas cantidades, constantemente se les proporciona verduras frescas como lechuga, zanahoria o zapallo y finalmente en algunas instalaciones se opta por suplementar con proteínas y minerales (Cuadro 3). Los programas de alimentación deben suplir los requerimientos para el desarrollo de las unidades, considerando para ello la selección adecuada, preparación y distribución de la dieta. Una dieta variada diseñada para animales en cautiverio puede incluir roedores, grillos, tenebrios y otras especies, que de preferencia se dispongan vivos para promover habilidades de caza, o sacrificados previamente para efectos de nutrición⁹⁷. Para poder satisfacer las necesidades tanto de la presa como del depredador se debe prestar atención y mantener la dieta adecuada.

Cuadro 3. Tipo de alimento suministrado a grillos

Tipo de alimento	Zoológico 1	Zoológico 2	Zoológico 3	Zoológico 4
Balanceado para trucha	X		X	
Balanceado para mojarra	X			X
Harina de soya o carne		X		
Suplemento proteico		X		
Suplemento mineral			X	
Verduras (lechuga, zanahoria, zapallo)	X	X	X	X

Fuente: Esta investigación

En la cuadro 3 se observa los tipos de alimento que se suministra en cada zoológico; se evidencia la importancia del suministro de verduras como lo reporta Hernández⁹⁸ quien afirma que las presas vivas tales como grillos se puede alimentar con dietas comerciales, sin embargo, se benefician más con la adición de diversas "ensaladas" ricas en verduras verdes, amarillas y naranjas. Algunos zoológicos optan por complementar la alimentación con suplementos proteicos y minerales, con el fin de mantener una adecuada nutrición y evitar altas mortalidades. También es importante el suministro de agua en oasis, para regular la humedad, practica que se evidencio en el 100% de las instituciones.

⁹⁷ CONTRERAS, P., UBILLA, MJ. Evaluación de aves rapaces en rehabilitación, descripción de técnicas que lo promuevan y mejoren su tasa de reintroducción. Universidad Andrés Bello. 28 (2). Santiago. Chile. 2013.

⁹⁸HERNÁNDEZ, Sonia. Op. cit., p. 1794.

6.3.4.4 Mortalidad. En los zoológicos visitados no se estima la mortalidad, los responsables de su cuidado manifiestan que la frecuencia de muertes actualmente es alta debido a que hay cambios bruscos en las condiciones ambientales del bioterio, así como también cuando el alimento suministrado no es el adecuado. Parajulee *et al.*⁹⁹ encontraron que la mortalidad en grillos se produce en el primer y segundo instar, mayormente por cambios de temperatura y humedad, asegurando que después de estas dos etapas hay una supervivencia del 100%; por lo tanto, el número de grillos supervivientes después del séptimo día, que es cuando termina el segundo instar se debe aproximar estrechamente al número total de los grillos que sobreviven hasta el final de su ciclo de vida.

6.3.4.5 Sanidad. El ambiente debe ser objeto de máxima atención, a fin de evitar que pequeñas variaciones de éste afecten negativamente la producción, por ello la temperatura, humedad y carga bacteriológica deben regularse con dedicación¹⁰⁰. En los zoológicos las labores de limpieza se realizan diariamente y la desinfección de materiales y equipos como cubetas una a dos veces por semana, para controlar las condiciones ambientales que pueden alterar el bienestar de los insectos. Aun así, el grillo puede tolerar densidades altas y condiciones sanitarias medianamente aceptables. Uno de los zoológicos presentó la particularidad de realizar desinfección de maceteras (lugar de incubación de huevos) empleando microondas para hacer favorecer el proceso de esterilización y evitar la proliferación de microorganismos.

6.3.4.6 Rutinas de manejo. El mantenimiento de la producción comprende actividades que van desde el suministro de los alimentos hasta mantener el material de nidificación húmedo entre otras como se menciona a continuación:

- Inspección visual
- Suministro de alimento balanceado, suplementos y vegetales
- Mantenimiento de humedad por aspersión
- Labores de aseo y desinfección
- Esterilización de maceteras

⁹⁹ PARAJULEE, M., DTFOLIART, G., HOGG, E. Model for use in Mass-Production of *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as Food. Ecology and behavior. Department of Entomology. University of Wisconsin. Madison.1993. p. 1425

¹⁰⁰ SANTAFE, Clara. Bioterio. Universidad del Bosque. Programa de biología. Bogotá. 2007. p. 7.

- Cambio de sustratos o camas regularmente
- Registro de información y reporte de anomalías (en algunos parámetros)

Estas rutinas son muy similares en cada una de las producciones evaluadas. Mientras los grillos tengan comida, agua y una temperatura adecuada (28 a 30 °C)¹⁰¹ se reproducirán profusamente.

6.3.4.7 Instalaciones. En cuanto a instalaciones para la producción de grillos se encontró que los bioterios miden entre 10 a 30 m² aproximadamente. El tamaño de estas instalaciones puede variar según la cantidad de animales que se quiera producir. En la figura 16 se observa los materiales más usados en la construcción de los bioterios.

6.3.5 Conejos (*Oryctolagus cuniculus*). De las cinco instituciones consideradas para este estudio, tan solo el 20% de ellas emplea la cría de conejos como apoyo a la alimentación y enriquecimiento ambiental de las especies en cautiverio.

6.3.5.1 Nacimientos. Para registrar la cantidad de nacimientos y abortos, existen formatos de control establecidos, pero su diligenciamiento no es permanente, ello dificultó para esta investigación establecer la cantidad de nacimientos de esta producción. Pero Gonzales y Caravaca¹⁰² afirman que una hembra tiene de 7 a 8 partos en el año, por parto nacen de 8 a 9 gazapos, la mortalidad de hasta del 10% en los primeros 30 días de vida.

6.3.5.2 Uso como presa viva. El animal que se destina para entrega corresponde a los requerimientos del depredador, se contempla entonces que sea un animal sano, de buen aspecto, que presente buen estado corporal, edad y peso en relación a la especie que se pretende alimentar.

Por lo general los conejos no se entregan vivos, se insensibilizan con golpe en zona atlanto occipital y actualmente se trabaja en la implementación de cámaras de dióxido de carbono. Los conejos se entregan a animales grandes como la anaconda, tigres, leones y jaguares.

¹⁰¹ PARAJULEE, M., DTFOLIART, G., HOGG, E. Op. cit., p. 1494.

¹⁰² GONZALES, P., CARAVACA. F. Producción de conejos de aptitud cárnica. Sistemas de producción animal. 2005. p 389.

6.3.5.3 Alimentación. El alimento empleado es el balanceado comercial para caninos, con dosis diarias de 150 g por animal al día, (medida estandarizada en recipiente plástico).

La Subsecretaria de Desarrollo Rural de México¹⁰³ propone que a las hembras y machos en reproducción debe suministrárseles alimento y agua a voluntad, también informa que un conejo de remplazo o en ceba debe consumir de 120 a 150 g al día y recomienda para los gazapos alimento a disposición pero solo hasta los 100 g al día. Gonzales y Caravaca¹⁰⁴ mencionan que los conejos en lactancia y reproducción deben disponer de alimento a voluntad y con niveles de energía y proteína elevados, a continuación se realiza un comparativo del alimento que dispone el zoológico y el que proponen los autores.

Tabla 18. Comparación de alimento balanceado en conejos

Perfil del alimento	Proteína	Grasa	Fibra
Balanceado para conejos ¹⁰⁵	17.0%	2.5%	15%
Balanceado para caninos ¹⁰⁶	24%	7%	5%

El balanceado comercial canino que se suministra en el parque ofrece niveles de proteína y grasa superiores a los que requiere la especie y concentraciones de fibra considerablemente inferiores. Se le suministra balanceado de canino debido a q se usa también en roedores, lo que lo hace más asequible para el zoológico.

¹⁰³ MÉXICO. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN. Subsecretaría de Desarrollo Rural. La cría de conejo a pequeña escala. [En línea]. 2015 [Citado el 30 de mayo de 2015]. Disponible en Internet:

⟨<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/La%20cria%20de%20Conejo.pdf>⟩

¹⁰⁴ GONZALES, P., CARAVACA. F. Op. cit., p. 391.

¹⁰⁵ Solla. Solla Conejos. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: ⟨<http://www.solla.com/productos/solla-conejos-0>⟩

¹⁰⁶ Connect my dog. Comida para perros. Concentrado Ringo. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014].

6.3.5.4 Mortalidad. Se realiza seguimiento semanalmente encontrándose que la mortalidad puede variar entre 2 y 4%. Las afecciones que se presentan con mayor frecuencia son ectoparásitos y sarna. Eventualmente se identifican signos de letargia y lesiones cutáneas. Gonzales y Caravaca¹⁰⁷ reportan que la mortalidad después del destete puede llegar hasta el 9%, esto indica que el reporte recolectado en el zoológico se encuentran bajo los rangos reportados por los autores.

6.3.5.5 Sanidad. Se realiza limpieza diaria y desinfección con hipoclorito de sodio, una vez al mes se aplica creolina y se flamea con frecuencia. Se ubica pediluvio en puerta de acceso. Se emplea ivermectina para manifestaciones de sarna, y doramectina para combatir endoparásitos y ectoparásitos.

6.3.5.6 Rutina de manejo. Limpieza diaria de instalaciones, manejo de cortinas según temperatura ambiental, suministro de alimento (medida estándar) y agua (a voluntad), finalmente supervisión para reporte de anomalías como muertes, enfermedades y partos.

6.3.5.7 Instalaciones. El bioterio está construido con estructura en guadua, malla, manejo de cortinas de fibra, y tejado de aluminio. Los conejos al interior están distribuidos en jaulas metálicas provistas de bebederos y comederos.

6.3.6 Cucarachas (*Blatta orientalis*). De las cinco instituciones consideradas para este estudio, el 40% de los parques, han iniciado recientemente la crianza de este insecto.

6.3.6.1 Nacimientos. Al igual que el resto de invertebrados este parámetro no es registrado, esto dificulta establecer la cantidad de nacimientos en lo recorrido del proceso. Puede resaltarse que este tipo de insectos requiere en realidad poco manejo, buena alimentación y un sustrato que garantice condiciones apropiadas para que su reproducción sea profusa.

¹⁰⁷ GONZALES, P., CARAVACA. F. Op. cit., p. 389.

En su página virtual la revista Syngenta¹⁰⁸ estipula que una cucaracha puede depositar entre 150 a 200 huevos y su maduración para ser ninfas tarda alrededor de tres meses, Una nota científica de la Universidad de Nebraska¹⁰⁹, reporta que esta especie produce a lo largo de su ciclo de vida hasta 100.000 individuos en su descendencia, generalmente una puesta o capsula contiene entre 30 y 40 huevos y son capaces de producir hasta ocho capsulas, 60 días después de la puesta las crías salen con alas y maduras sexualmente.

6.3.6.2 Uso como presa viva. Las cucarachas se ofrecen con vida, se eligen al azar animales de buen tamaño que faciliten la aprensión y captura por parte del depredador.

6.3.6.3 Alimentación. Como alimento se emplean tortas sin azúcar, sin colorantes ni sales y levadura, también se suministra cáscara de papa con suplemento multi-vitamínico (kola granulada). El alimento se suministra con regularidad dos veces al día, pero la cantidad no se encuentra establecida. En estado natural se alimentan de basuras y residuos de alimentos de humanos y las cucarachas jóvenes se alimentan de las heces fecales de las adultas¹¹⁰.

6.3.6.4 Mortalidad. Hasta el momento no se registra datos de mortalidad en estos insectos.

6.3.6.5 Rutina de manejo. Recambio de sustrato (cascarilla de arroz y panales de huevo) una vez por semana, se realiza suministro de alimento pasando un día, y finalmente se efectúa monitoreo de evolución.

6.3.6.6 Instalaciones. En el zoológico dos comparten biotério con roedores y tenebrios, se alojan en recipientes plásticos cilíndricos de capacidad comercial de 20 L, a su interior dispone de panales de huevo y cascarilla en su fondo.

¹⁰⁸ Animales rastroeros. Cucarachas. [En Línea]. 2015. [Citado el 25 de mayo de 2015]. Disponible en: Internet: <<http://www3.syngenta.com/country//Artopodos/cucarachas.pdf>>

¹⁰⁹ Insects, Spiders, Mice and More. Biología de la cucaracha. p. 8. [En Línea]. 2015. [Citado el 25 de mayo de 2015]. Disponible en: <<http://lancaster.unl.edu/pest/roachmanualsp3.shtml>>

¹¹⁰ Animales rastroeros. Cucarachas. Op. cit. p. 10.

En el zoológico cinco comparten bioterio con tenebrios, por lo que sus instalaciones se describieron con anterioridad en cada ítem. Se disponen en recipientes de las mismas cualidades que se emplean para grillos y tenebrios (Cubetas plásticas). Estas se desarrollan mejor en lugares cálidos, húmedos y oscuros, prefieren las superficies porosas como la madera, el papel o el cartón¹¹¹.

6.3.7 Cochinillas de humedad (*Armadillium vulgare*). De las cinco instituciones consideradas para este estudio, solo una tiene la producción de este isópodo.

6.3.7.1 Nacimientos. La reciente instalación de la producción dificulta establecer la cantidad de nacimientos, pues su producción se realizó el primer semestre del 2014. La población inicial fue extraída del medio natural y hasta el momento se inicia la fase de evaluación de supervivencia en bioterios, dietas aplicadas y manejo requerido. Gradoli¹¹² afirma que la hembra dependiendo de su condición corporal, puede poner desde 20 hasta 160 huevos, éstas efectúan la puesta hasta 3 veces al año en un ciclo vital de 2 o 3 meses. La longevidad máxima es de 1.5 a 2 años.

6.3.7.2 Uso como presa viva. Las cochinillas de humedad poseen una elevada cantidad de calcio, mucho mayor que otras fuentes de alimento vivo como grillos o cucarachas¹¹³. El animal que se destina para entrega es preferiblemente adulto, se elige del recipiente animales al azar observando el tamaño óptimo de manera que facilite su aprensión y suministro a depredador. Al ser totalmente omnívoros se emplean como reservorios o contenedores de vitaminas y minerales para evitar así hipovitaminosis y carencias en otros animales.

6.3.7.3 Alimentación. Son omnívoros y aunque la mayor parte de la dieta la conforman alimentos de origen vegetal en el zoológico se emplea lechuga sin nervadura y cascara de papa. Las cochinillas de humedad excretan urea, como cualquier crustáceo, en lugar de ácido úrico. Ello supone una mayor pérdida de agua y depender más de la humedad ambiental para poder sobrevivir.

¹¹¹ Insects, Spiders, Mice and More. Op. cit

¹¹² GRADOLI, Pablo. Mantenimiento y cría en cautividad de isópodos como alimento vivo. [En Línea]. 2015. [Citado el 12 de enero de 2015]. Disponible en Internet: <<http://forotarantulas.mforos.com/1409596/9473895-nuevo-articulo-mantenimiento-y-cria-en-cautividad-de-isopodos-como-alimento-vivo/>>

¹¹³ Ibid., p. 2.

6.3.7.4 Mortalidad. La mortalidad hasta el momento no está registrada.

6.3.7.5 Rutina de manejo. Volteo de cama o sustrato y recambio de la misma una vez por semana, se realiza suministro de alimento, seguido de monitoreo de evolución y finalmente se humedece la tierra por aspersión. Eliminar restos de alimento y materia orgánica en descomposición y efectuar una limpieza continua en el terrario es importante para el mantenimiento de la producción considerando que las cochinillas de humedad son muy fáciles de criar y son más resistentes a variaciones del ambiente que los grillos y tenebrios.

6.3.7.6 Instalaciones. Las cochinillas de humedad comparten bioterio con otros invertebrados (grillos y tenebrios) hasta el momento está provisto de pequeños recipientes de vidrio, con tapas y orificios que faciliten el intercambio de aire. Se agrupan poblaciones para la conformación de colonias y para facilitar la reproducción. El sustrato empleado es tierra proveniente del medio natural, preferiblemente compostada y debidamente humedecida.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Las instituciones evaluadas manifiestan que la implementación de los bioterios está ligada directamente a la apertura del parque zoológico, pero solo se tiene referencia de producción de años más tarde. Respecto al uso de especies empleadas como presas vivas o presas completas se encontró que la producción de ratas, ratones y tenebrios está presente en el 100% de los parques; la producción de grillos se reportan en el 80%, las cucarachas en el 40% y los conejos y cochinillas de humedad en el 20% de las instituciones.
- En esta investigación se encontró que el 60% de los parques insensibiliza a las crías de ratas y ratones antes de suministrarlas a los depredadores (presa completa), mientras que el 40% restante y los invertebrados se entregan con vida (presa viva).
- Respecto del manejo de registros se encontró que su uso es más usual en la producción de roedores y poco utilizados en la producción de invertebrados, ya que por la cantidad y tamaño de los individuos el control de parámetros productivos y reproductivos puede resultar dispendioso. En los registros de roedores se contemplan eventos como: fecha de monta, fecha de partos número de individuos vivos por parto, cantidad y fecha de destetes, destino o sacrificio, mortalidad, morbilidad, cantidad de alimento, mientras que en invertebrados se registran número de individuos, producción y recambio de cama.
- Los zoológicos evaluados manejan para la reproducción de ratas una relación hembra:macho variable, encontrándose que el 40% de los zoológicos manejan una relación de 2:1, el otro 40% una relación 3:1 y el 20% restante una relación 5:1. Para ratones el 80 % de los zoológicos maneja una relación 2:1 y el 20% restante una relación 6:1. Tras el análisis se evidenció que en ratas la relación no influye en la cantidad de crías por hembra al año (29 crías). Mientras que en ratones se evidencio que la relación 6:1 era la más prolífera con 87 crías por hembra al año.
- Para el análisis de variables productivas y reproductivas en ratas se encontró: 5.4 ± 0.89 crías por partos, 27 ± 4.47 crías por año y una

mortalidad de 3.6 ± 0.89 , para el caso de ratones se encontró: 8.8 ± 0.83 crías por año, 74.4 ± 8.35 crías por parto al año y una mortalidad de 3.8 ± 0.83 , estando todos estos parámetros dentro de los valores reportados por otras investigaciones.

- En cuanto a la producción de ratas y ratones se encontró que el 80% de los bioterios no abastece la demanda de la colección con hábitos carnívoros e insectívoros, encontrándose un déficit que varía entre instituciones de 12 a 138 ratas y de 24 a 320 ratones.
- No ha sido posible establecer el ritmo de crecimiento en poblaciones de insectos, ni registrar los eventos reproductivos importantes gracias al tamaño y densidad de los individuos, pero si se registran la cantidad de grillos y tenebrios que se suministra al día variando entre 4.29 y 26.3 g respectivamente.
- Las producciones de conejos, cochinillas y cucarachas referencian el inicio de su producción hace un año y no se cuenta información registrada que permita establecer la evolución de su producción.
- La alimentación en roedores se maneja con alimento balanceado de caninos y bovinos, ya que el costo de alimento especializado es elevado, sin embargo estos alimentos se aproximan a los requerimientos de estas especies. Las cantidades en un 60% de los zoológicos varían de 30 a 60 g al día en ratas y de 15 a 20 g al día en ratones y el 40% suministra alimento a voluntad. Los insectos son alimentados principalmente con verduras frescas y para el caso específico de los tenebrios se les suministra mezclas de harinas las cuales son su componente principal de producción. Los conejos reciben alimento balanceado para caninos y en relación a reportes bibliográficos el alimento suministrado ofrece niveles de proteína y grasa por encima de los requerimientos de la especie y la presencia de fibra en el alimento es considerablemente baja.
- Las instalaciones en el 80% de los zoológicos están construidas en concreto, mientras que el 20% está construida con materiales renovables como guadua y madera. El 80% tiene bioterios separados en vertebrados e invertebrados, el 20% tiene las dos especies en una sola instalación.

7.2 RECOMENDACIONES

- Es claro que el objetivo de la crianza de animales en bioterios en los parques zoológicos, no es la búsqueda de rentabilidad (costo/beneficio) ya que no ha de destinarse para la venta, sin embargo es importante contemplar estos criterios a fin de garantizar la continuidad, permanencia y sostenibilidad de cada uno de las producciones de presas y considerar a su vez que el déficit de presas puede directa o indirectamente afectar el bienestar de los animales con hábitos carnívoros e insectívoros.
- Es recomendable garantizar la continuidad en el manejo de registros de información ya que solo a través de su análisis es posible conocer el estado actual de la producción y tomar medidas correctivas en aquellos aspectos que presenten falencias. Igualmente debe considerarse otras variables acordes a cada una de las producciones.
- Realizar evaluaciones a nivel de factores ambientales para establecer el grado de influencia en los parámetros productivos y reproductivos.
- Realizar estudios que permitan establecer la efectividad de las dietas suministradas a invertebrados.
- Promover estudios sobre el uso de prácticas de enriquecimiento ambiental en bioterios y su efecto sobre la producción y bienestar de las presas.
- Plantear estudios sobre cochinillas de humedad y cucarachas, para identificar su potencial de uso, técnicas de reproducción, ciclos biológicos y características nutricionales para el empleo como presas vivas.
- Recomendar la relación hembra macho 6:1 ratones, ya que en esta investigación se encontró que el zoológico que la emplea tienen los rendimientos productivos y reproductivos (mayor cantidad de crías por parto).

8. BIBLIOGRAFÍA

ACOPAZOA, Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios. Directrices generales para la conservación ex situ de fauna silvestre en parques zoológicos y acuarios de Colombia. Bogotá D.C. Imprenta Nacional. 2002. 80 p.

ALAS, Claudia; CAÑAS, Brenda; ROJAS, Wilber. Diseño de un plan estratégico de mercadeo que incremente la afluencia de visitantes de la zona metropolitana de San Salvador al parque zoológico nacional. El Salvador. 2008. 25 p.

Animales rastreros. Cucarachas. [En Línea]. 2015. [Citado el 25 de mayo de 2015]. Disponible en: Internet: <<http://www3.syngenta.com/country/Artopodos/cucarachas.pdf>>

ARGUETA, L., RAMOS, G. Contenido de proteína, grasa, calcio, fosforo en larvas del escarabajo molinero (Coleoptera: Tenebrionidae: *Tenebrio molitor* L.) alimentadas con diferentes sustratos y fuentes de agua; para ser utilizadas como alimentación de animales silvestres. Universidad del Salvador. San Salvador. 2013. 20 p.

ARREBOLA, Arencibia., FERNANDEZ, Rosario., SUAREZ, Fernando., SOROA Milan., Consideraciones importantes acerca de la cuarentena de ratas y ratones como biomodelos experimentales en toxicología. Revisión. Revista veterinaria Argentina. 2010. 20 p.

ASSUMPCIÓ, Mario., FERRÉ, Nancy. Organización y mantenimiento de un estabulario de ratas para la investigación en psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. s/a. 210 p.

BEGON, M., HARPER, J L., TOWNSEND, C. Ecología. Individuos, poblaciones y medio ambiente. Omega. 1995.

BERNARD, J., ALLEN, M., ULLEY, D. Feeding captive insectivorous animals: nutritional aspects of insects as food. Michigan State University. 1997. 10 p.

BOTANICAL ONLINE. La mosca del vinagre. [En Línea]. 2013 [Citado el 23 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <http://www.botanical-online.com/animales/cria_mosca_vinagre.htm>

BOTANICAL ONLINE. La lombriz. [En Línea]. 2013. [Citado el 23 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <<http://www.botanical-online.com/animales/lombriz.htm>>

BOTANICAL ONLINE. El gusano de seda. [En Línea]. 2013. [Citado el 23 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <<http://www.botanical-online.com/animales/gusanoseda.htm>>

BOTANICAL ONLINE. El Grillo. [En Línea]. 2013. [Citado el 23 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <<http://www.botanical-online.com/insectos/grillo.htm>>

BRODIE, E., EDMUND, D., Predator-Prey arms races asymmetrical selection on predators and prey may be reduced when prey are dangerous. 1999. 612 p.

CAICEDO, Gustavo. Elaboración y manejo de las dietas. Memorias II Curso Nacional para cuidadores de fauna silvestre en Colombia. Fundación Zoológica de Cali. Santiago de Cali. 1999. 60 p.

CASTILLO, Citlalli., UNDA, Karime., LARA, Carlos., SERIO, Juan., Enriquecimiento ambiental y su efecto en la exhibición de comportamientos estereotipados en jaguares (*Panthera onca*) del Parque Zoológico "Yaguar Xoo", Oaxaca. Universidad Autónoma de Tlaxcala. 2012. 12 p.

COLLADOS, Gustavo. El rol de los zoológicos contemporáneos. 1997. 40 p.

CONTRERAS, Paula., UBILLA, Maria. Evaluación de aves rapaces en rehabilitación, descripción de técnicas que lo promuevan y mejoren su tasa de reintroducción. Universidad Andrés Bello. 28 (2). Santiago. Chile. 2013.

Connect my dog. Comida para perros. Concentrado Ringo. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.connectmydog.com/comida-para-perros/concentrado-ringo/15/todos/todos>>

CORREDOR, Germán. El papel de los zoológicos en la conservación de especies. Memorias II Curso Nacional para cuidadores de fauna silvestre en Colombia. Fundación Zoológica de Cali. Santiago de Cali. 1999. 15 p.

DAMBORSKY, Milton., SANDRIGO, Tomas., BAR, Marie., OSCHEROV, Eva. Ciclo de Vida de *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae) en Condiciones Experimentales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE. Argentina. s.a. 20 p.

DE JESUS., Rosa, QUINTERO., Zoraima., Influencia de diferentes niveles de intensidad de la luz sobre algunos parámetros reproductivos en ratones., Universidad de los Andes., 2001. 420 p.

DÍAZ, Angélica., BONILLA, Nelcy., JIMENEZ, Mauricio. Comportamiento del ratón (rodentia : echimydae) en cautiverio. Revista institucional Universidad Tecnológica del Choco. 2007. 20 p.

DIERENFELD, Ellen and FIDGETT, Andy. Herbivorous insect composition: you are what you eat. Wildlife Conservation Society. United Kingdom. Zoo Nutrition News. No. 3. 2003. 45 p.

DIERENFELD, Ellen and GRAFFAM, Wendy. Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cautiverio (ejemplos para animales de América Latina). Resultado del curso de Manejo y biología de especies silvestres en cautiverio. Zoológico de Cali. Instituto Smithsonian y Sociedad Zoológica de San Diego. (s/a). 50 p.

FLUCKER´S. Fluker's cricket biology guide. Fluker's Cricket Farm, Inc. [En Línea]. 2015 [Citado el 22 de marzo de 2015]. Disponible en Internet: < www.flukerfarms.com/pdfs/cricket.pdf>.

FUENTES, Flor; MENDOZA, Rosa; ROSALES, Arturo; CISNEROS, Rosario. Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: ratón. Centro nacional de productos biológicos. Instituto nacional de salud. Lima. Perú. 2008. 54 p.

GRADOLI, Pablo. Mantenimiento y cría en cautividad de isópodos como alimento vivo. [En Línea]. 2015. [Citado el 12 de enero de 2015]. Disponible en Internet: <<http://forotarantulas.mforos.com/1409596/9473895-nuevo-articulo-mantenimiento-y-cria-en-cautividad-de-isopodos-como-alimento-vivo/>>

GUERRERO, Miguel. Las moscas de la fruta. Revista de la SECA. No.1 Madrid España. 2004. 23 p.

GUILLEN, Federico y RAMÍREZ, Shirley. Opciones de manejo para fauna silvestre en cautiverio. Parque de conservación de vida silvestre Zoo Ave. Colegio de biólogos de Costa Rica.2004. 30 p.

GIRÓN, Adriana. Enriquecimiento ambiental. . Memorias II Curso Nacional para cuidadores de fauna silvestre en Colombia. Fundación Zoológica de Cali. Santiago de Cali. 1999. 73 p.

GONZALES, Pedro., CARAVACA. Francisco. Producción de conejos de aptitud cárnica. Sistemas de producción animal. 2005. 432 p.

HERNÁNDEZ, Sonia. Insects as food: nutritious and delicious. Institute of Ecology and Dept. of Small Animal Medicine. College of Veterinary Medicine. University of Georgia. Orlando. 2006. 2023 p.

Insects, Spiders, Mice and More. Biología de la cucaracha. [En Línea]. 2015. [Citado el 25 de mayo de 2015]. Disponible en: <<http://lancaster.unl.edu/pest/roachmanualsp3.shtml>>

Italcol. Novillas. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: < <http://www.italcol.com/ganaderia/ganaderia-de-leche/crianza-y-levante/novilla/>>

JIMÉNEZ, Naranjo., LORENA, del Carmen., Análisis bioético del uso de presas vivas en depredadores confinados en zoológicos. 2012. 50 p.

KEMP; Robert. Handling and restraint. Housing and maintenance. Chapter 3. Cheshire. UK. 2014. 55 p.

LÓPEZ, J., GONZALES, G. Modelo depredador presa. 2008. 30 p.

MARTÍ, Anna y FERRÉ, Nancy. Organización y mantenimiento de un estabulario de ratas para la investigación en psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. s.a. 302 p..

MARQUEZ, Marcelo. Características reproductivas de ratas en cautiverio. Instituto de Recursos Naturales, Texcoco, México. 2002. p, 141.

MASON, G., CLUBB, R., LATHAM, N., VICKERY, S. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour. [En Línea]. 2007 [Citado el 1 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <[http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S0168-1591\(06\)00190-0/abstract?cc=y](http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S0168-1591(06)00190-0/abstract?cc=y)>

MENDOZA, José. Manual de buenas prácticas en la producción de conejo. Sistema de productos pecuarios. México. 2006. 60 p.

MENDOZA, Juan., RODRÍGUEZ, Natalia. Observaciones sobre algunos aspectos del comportamiento depredador en condiciones naturales y en cautividad de la serpiente diurna. Mastigodryasplee. Fundación Kamajorú. Barranquilla. Colombia. 2010. 20 p.

MENDOZA, Diana., SALAZAR, Liliana., BRAVO, Luis., Establecimiento de un protocolo de reproducción para la obtención de especímenes murinos embrionarios/fetales. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 2013. 80 p.

MÉXICO. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA. (21 de octubre de 2010). NOM-062-ZOO Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. 1999. 50 p..

MÉXICO. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN. Subsecretaría de Desarrollo Rural. La cría de conejo a pequeña escala. [En línea]. 2015 [Citado el 30 de mayo de 2015]. Disponible en Internet: <<http://www.sagarpa.gob.mx/ desarrolloRural/Documents/fichasaapt/La%20cria%20de%20Conejo.pdf>>

MORA, Edwin., MORENO, Ledis., PACHECO, Luis., CAIZA, Fátima. Efecto del cambio de jaulas en la producción de ratas Sprague Dawley. Laboratorio de Ensayos Biológicos. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 2013. 6 p.

OROPEZA, José. Estrés por subalimentación, ruido y calor en la eficiencia reproductiva de ratas de la cepa wistar. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de zootecnia. 2007. 15 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (21 de octubre de 2010). Resolución 2064. Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá D.C. 2010. 30 p.

PARAJULEE, Matt., DTFOLIART, George., HOGG, Edie. Model for Use in Mass-Production of *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as Food. Ecology and behavior. Department of Entomology. University of Wisconsin. Madison. 1993. 1525 p.

PÉREZ, Jhonatan; GUEVARA, Luz; ARROYO, Alejandra; CASTELAN, Roció. Programa de enriquecimiento ambiental y comportamental en úrsidos. Departamento de Bienestar Animal de Africam Safari. 2007.

PÉREZ, Margarita., SANMIGUEL. Luis., SERRAHIMA. Lorenzo., LOZANO. Pedro., et al. Manual de crianza de animales. Lexus editores., 2008. 50 p.

PEÑA, Yolanda. Enriquecimiento ambiental en ratas: Efectos diferenciales sobre el sexo. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona. España. 2007. 35 p.

PRIOTTO, John., STEINMANN, Anna., Biología de Roedores. Serie Entrenadores Transmisibles. 2011. 50 p.

RIVERA, Carlos., HERNADEZ, Rutt., MARIN, Hugo., Manejo reproductivo de las colonia de Rata Espontáneamente Hipertensa (SHR) y su control Normotenso Wistar Kyoto (WKY) en el bioterio del Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México. 2013. 20 p.

ROBBINS, Karen. Necesidades nutricionales en ratas. [En línea]. 2015. [Citado el 3 de febrero de 2015]. Disponible en Internet: <<http://www.pieceofheavenrattery.com/gu%C3%ADa-de-cuidados/para-profundizar/nutrici%C3%B3n-b%C3%A1sica/>>

RATA DE LABORATORIO. [En Línea]. 2015 [Citado el 23 de febrero de 2015]. Disponible en Internet: <http://docsetools.com/articulos-de-todos-los-temas/article_37887.html>

SoloStocks. Agrinal rodentina. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.solostocks.com.co/venta-productos/equipamiento-cria-animales/otros-equipamientos-cria-animales/agrinal-rodentina-335525>>

Solla. Solla Conejos. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.solla.com/productos/solla-conejos-0>>

RODRÍGUEZ, Myriam y GUILLEN, Federico. El parque zoológico un nuevo aliado de la biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Gobierno de España. Madrid. 2da ed. 2010. 50 p.

SANTAFE, Clara. Bioterio. Universidad del Bosque. Programa de biología. Bogotá. 2007. 10 p.

SoloStocks. Agrinal rodentina. [En línea]. 2014. [Citado el 11 de noviembre de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.solostocks.com.co/venta-productos/equipamiento-cria-animales/otros-equipamientos-cria-animales/agrinal-rodentina-335525>>

SOTO, Hugo. Gusanos de la harina (Larvas de *Tenebrio molitor*). Revista de Ornitología: El Canario Uruguayo. Uruguay. 1 (2). 2003. 50 p.

SURICATA. Presa viva. [En Línea]. 2013 [Citado el 17 de febrero de 2013]. Disponible en Internet: <<http://suricata.galeon.com/presaviva.htm>>

TRUJILLO Daniel. CRIA DEL GRILLO DOMESTICO (*Acheta domestica*). Morelos. México. s.a.

VARELA, Néstor. Bases de Nutrición en fauna silvestre. Boletín del grupo de estudio en animales silvestres. Vol 5. No.1. 2003. 20 p.

ZOOLÓGICO SANTA FE. [En Línea]. 2013 [Citado el 15 de agosto de 2013]. Disponible en Internet: <<http://www.zoologicosantafe.com/conservacion/nutricion-animal>>

ZOOLÓGICO DE BARRANQUILLA. [En Línea]. Barranquilla. 2012 [Citado el 12 de octubre de 2014]. Disponible en Internet: <http://zoobaq.org/zoo/zoo_alimentacion.php>.

9. ANEXO