

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Síntomas y alteraciones orgánicas por uso de Oxitetraciclina
administrada vía oral en *Cavia porcellus*
(cobayo) - Ayacucho 2020**

Tesis para optar el título profesional de:
Médico Veterinario

Presentado por:
Bach. Fernando Joel Osnayo Leon

Asesor:
Mg. Jim Herbert Alfredo Lecaros De Córdova

**Ayacucho - Perú
2024**

*A Dios, por darme vida y unos maravillosos
padres: con gratitud por su cariño comprensión
y todo su apoyo.*

*A mi esposa e hija por ser fuente de
inspiración y su ayuda fundamental para
este proyecto.*

A mis hermanos por ser mi soporte y estímulo.

A mis sobrinos que son mi alegría diaria.

Fernando Joel...

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos:

A mis padres NORMA Y FERNANDO por brindarme su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida.

A mi alma mater la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA, a la Facultad de Ciencias Agrarias por permitirme formar parte de esta gloriosa institución; a mi segunda casa, la ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA, donde forme mi vocación me albergó durante todo el tiempo de estudio.

A mi Asesor Mg. Jim Herbert Alfredo Lecaros De Córdova, por su dedicación y apoyo que ha brindado en este trabajo, así mismo por la confianza dada durante todo este proceso.

A mis docentes quienes ofrecieron su tiempo y dedicación para impartir sus conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos	x
Resumen	1
Introducción	2

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	4
1.1. Aspectos generales.....	4
1.1.1. Breve historia de los antibióticos	4
1.1.2. Antibióticos	11
1.1.3. Clasificación.....	12
1.1.4. Efectos adversos de los antibióticos.....	14
1.1.5. Antibióticos en medicina veterinaria.....	15
1.2. Antibióticos de amplio espectro.....	18
1.2.1. Generalidades	18
1.2.2. Usos.....	19
1.2.3. Riesgos.....	19
1.2.4. Ejemplos	19
1.3. Tetraciclinas	20
1.3.1. Generalidades	20
1.3.2. Estructura química	21
1.3.3. Farmacocinética.....	21
1.3.4. Mecanismo de acción.....	22
1.3.5. Reacciones adversas	22
1.3.6. Clasificación.....	23
1.3.7. Degradación	23
1.3.8. Metabolismo.....	25
1.4. Oxitetraciclina	25

1.4.1.	Definición	25
1.4.2.	Detección de oxitetraciclina	26
1.4.3.	Datos clínicos	26
1.4.4.	Contraindicaciones	27
1.4.5.	Dosificaciones comunes con alta mortalidad	27
1.5.	Administración de antibióticos	27
1.5.1.	Definición	27
1.5.2.	Clasificación de las vías de administración	27
1.5.3.	Vías de administración de medicamentos en animales	28
1.5.4.	Administración de antibióticos en cobayos	29
1.6.	Cobayos	29
1.6.1.	Características generales del cuy	29
1.6.2.	Orígenes del cuy	30
1.6.3.	Taxonomía	31
1.6.4.	Distribución y dispersión	31
1.6.5.	Evolución del cuy mejorado	32
1.6.6.	Clasificación de los cuyes	33
1.6.7.	Otras clasificaciones	34
1.6.8.	Relación con el hombre	37
1.6.9.	Morfología	38
1.6.10.	Fisiología digestiva	39
1.6.11.	La microflora intestinal	41
1.6.12.	Sistemas de crianza	41
1.6.13.	Nutrición y alimentación de cobayos	43
1.6.14.	Nutrición básica de cobayos	45
1.6.15.	Salud de cobayos	46
1.6.16.	Enfermedades y control	48
1.7.	Semiología y propeútica	48
1.7.1.	Semiología	48
1.7.2.	Síntoma	49
1.7.3.	Signo clínico	50
1.7.4.	Síndrome	50
1.7.5.	Diagnóstico	51
1.7.6.	Pronóstico	51

1.7.7. Indicaciones	52
1.7.8. El estrés en los animales	52
1.7.9. Dolor.....	54
1.7.10. Chillidos.....	58
1.7.11. Timpanismo	58
1.8. Lesiones patológicas.....	58
1.8.1. Trastornos del contenido gaseoso	58
1.8.2. Trastornos circulatorios.....	59
1.8.3. Hidrops vesicular.....	60
1.8.4. Cardiomegalia	60
1.8.5. Edema.....	61

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	62
2.1. Ubicación	62
2.2. Clima	62
2.3. Duración del trabajo.....	62
2.4. Materiales y equipos	62
2.4.1. Material biológico.....	62
2.4.2. Material no biológico.....	63
2.4.3. Material de escritorio	63
2.4.4. Equipos	63
2.5. Diseño metodológico	63
2.5.1. Población	63
2.5.2. Muestra	63
2.6. Metodología de la investigación	63
2.6.1. Nivel de investigación.....	63
2.6.2. Diseño experimental	63
2.6.3. Procedimiento metodológico.....	64
2.7. Análisis estadístico	64
2.8. Hipótesis estadística.....	65

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
3.1. Resultados	67
3.2. Discusión.....	80
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Clasificación de los antibióticos según la tinción gran</i>	13
Tabla 1.2. <i>Distribución de algunos antibióticos según su acción sobre las bacterias</i>	13
Tabla 1.3. <i>Reacciones adversas</i>	23
Tabla 1.4. <i>J01A Tetraciclinas</i>	23
Tabla 1.5. <i>Clasificación según su conformación</i>	34
Tabla 1.6. <i>Clasificación según su conformación</i>	34
Tabla 1.7. <i>Líneas y color</i>	34
Tabla 1.8. <i>Variedades y características</i>	34
Tabla 1.9. <i>Requerimientos nutricionales general del cuy</i>	45
Tabla 1.10. <i>Requerimientos nutricionales de los cuyes por etapa</i>	46
Tabla 1.11. <i>Estándares nutricionales para cuyes mejorados explotados en régimen intensivo (*)</i>	46
Tabla 3.1. <i>Resultados de efectos sintomatológicos en los subgrupos 1 y 4 con administración de 30 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina</i>	67
Tabla 3.2. <i>Resultados del análisis patológico de la necropsia en los subgrupos 1 y 4 con administración de 30 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina</i>	68
Tabla 3.3. <i>Resultados del análisis sintomatológico en los grupos 2 y 5 con administración de 40 mg. / kg. de p.v. de oxitetraciclina</i>	69
Tabla 3.4. <i>Resultados del análisis patológico observado en los subgrupos 2 y 5 con administración de 40 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina</i>	70
Tabla 3.5. <i>Resultados de efectos sintomatológicos en los subgrupos 3 y 6 con administración de 60 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina</i>	71
Tabla 3.6. <i>Resultados de la patología observada en los grupos 3 y 6 por la administración de 60 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina</i>	72
Tabla 3.7. <i>Resultados porcentuales de la manifestación de efectos sintomatológicos observados en los 6 grupos por la administración de oxitetraciclina, vía oral</i>	73
Tabla 3.8. <i>Resultados porcentuales de la manifestación de efectos patológicos observados en los 6 grupos por la administración de oxitetraciclina</i> ...	75
Tabla 3.9. <i>Proporción de animales con efectos patológicos producto de la aplicación de dosis altas de oxitetraciclina</i>	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. <i>Tetraciclina e identificadores</i>	21
Figura 1.2. <i>Línea Perú: Rojo y blanco</i>	35
Figura 1.3. <i>Línea inti: Blanco y bayo</i>	35
Figura 1.4. <i>Línea andina: Blanco entero</i>	35
Figura 1.5. <i>Tipo 1: Pelo corto, lacio y pegado al cuerpo</i>	35
Figura 1.6. <i>Tipo 2: Pelo corto con rosetas en diferentes</i>	36
Figura 1.7. <i>Tipo 3: Pelo largo que puede ser lacio o crespo</i>	36
Figura 1.8. <i>Tipo 4: Pelo erizado, llamadas también “merinos”</i>	36
Figura 1.9. <i>TIPO A: Cuerpo redondeado, cabeza grande, redondeado y orejas</i> ..	36
Figura 1.10. <i>TIPO B: Cuerpo alargado o anguloso, cabeza pequeña y triangular</i> .	37
Figura 3.1. <i>Manifestaciones porcentuales de los síntomas. Subgrupos 1 y 4</i>	68
Figura 3.2. <i>Manifestaciones porcentuales de los efectos patológicos, subgrupos 1 y 4</i>	69
Figura 3.3. <i>Manifestaciones porcentuales de los síntomas G2 y G5</i>	70
Figura 3.4. <i>Manifestaciones porcentuales de los efectos patológicos G2 y G5</i>	71
Figura 3.5. <i>Manifestaciones porcentuales de los síntomas G3 y G6</i>	72
Figura 3.6. <i>Manifestaciones porcentuales de los efectos patológicos G3 y G6</i>	73
Figura 3.7. <i>Valores porcentuales de la sintomatología observada en los 6 grupos</i> .	74
Figura 3.8. <i>Porcentajes de las lesiones patológicas en los 6 grupos</i>	76
Figura 3.9. <i>Valores porcentuales de los efectos patológicos por la aplicación</i>	77

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ficha de laboratorio.....	90
Anexo 2. Panel fotográfico	91

RESUMEN

Uno de los antibióticos previamente identificados como generador en el deterioro de la salud, en su aplicación a la especie *Cavia porcellus* (comúnmente conocida como cobayo) es la oxitetraciclina. Este compuesto ha demostrado causar efectos perjudiciales que pueden llevar a la mortalidad, en línea con otros agentes similares, en una amplia población de roedores. Por ende, se ha considerado fundamental llevar a cabo un examen exhaustivo de las manifestaciones adversas tanto externas como internas en el organismo de los cobayos cuando se hace uso de este fármaco, particularmente cuando se administra de manera oral. El desarrollo de la presente tesis se llevó a cabo en un lugar específico ubicado en la Avenida Mariscal Cáceres N° 545, situada en el Barrio de la Magdalena, en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Región de Ayacucho, Perú. Las coordenadas geográficas exactas de este lugar se expresan en grados y minutos decimales de la siguiente manera: Longitud: 074°13'23.56" Latitud: S13°9'31.61", y su altitud se encuentra a una elevación de 2760 metros sobre el nivel del mar. Para llevar a cabo la investigación, se empleó un grupo de 30 ejemplares de *Cavia porcellus* (cobayos). A nivel interno, se identificaron diversos cuadros patológicos, entre los que se destacan el timpanismo y la acumulación excesiva de gases en el intestino cecal y el tracto gastrointestinal. Asimismo, se observaron alteraciones en las tres porciones del estómago y los intestinos, caracterizadas por una congestión notable de los vasos sanguíneos. Adicionalmente, se pudo constatar la presencia de cuadros atelectásicos y de congestión pulmonar, acompañados de hemorragias pulmonares. Otras manifestaciones patológicas incluyeron la congestión del corazón y la completa congestión renal. Es importante destacar que estos hallazgos patológicos resultaron ser los factores determinantes de la muerte en los cobayos, siendo su causa directamente atribuible al uso de oxitetraciclina.

Palabras clave: Cobayo, oxitetraciclina, síntomas, patología.

INTRODUCCIÓN

Los síntomas clínicos que se manifestaron durante el curso de la investigación incluyeron, en primer lugar, la emisión de chillidos por parte de los cobayos. Posteriormente, se observó una distensión abdominal evidente, lo que sugiere la presencia de un estado de estrés inducido por el dolor. Finalmente, se registró la aparición de flujo sanguíneo nasal en los sujetos de estudio. Cabe destacar que estos síntomas se hicieron más evidentes y pronunciados con la administración de dosis de oxitetraciclina en cantidades de 30, 40 y 60 miligramos por kilogramo de peso corporal. Además, se observó un cambio notable en la coloración del sistema digestivo, principalmente en las distintas porciones intestinales.

El descubrimiento de los agentes farmacológicos ampliamente reconocidos como antibióticos inicialmente generó optimismo en cuanto a la posibilidad de controlar infecciones, particularmente aquellas que afectan el sistema respiratorio y digestivo. Sin embargo, con el transcurso del tiempo, se evidenciaron problemas que tuvieron consecuencias significativas en términos de mortalidad de roedores, en particular, la especie *Cavia porcellus*, es decir, los cobayos. Estos problemas se derivaron especialmente de la falta de conocimiento de las dosis adecuadas para llevar a cabo los tratamientos. En la actualidad, se ha identificado un conjunto de estos fármacos que presentan contraindicaciones en el tratamiento de enfermedades infecciosas en cobayos, lo que como consecuencia ha llevado a una disminución en la producción de esta especie.

Debemos conocer que la variedad de infecciones bacterianas y también virales es muy amplia, además precisar que los cobayos son más sensibles y se ven muy afectados en el tratamiento que se indica con oxitetraciclina. Se ha visto además que en las clínicas se tienen casos muy complejos que ni con otros fármacos se han podido o logrado controlar, los cuadros más comunes son los de mastitis, bronconeumonías, úlcera podal, diversas alteraciones digestivas entre otros; a esta situación coadyuva la utilización de

una gran variedad de fármacos (antibióticos) con el propósito de no causar resistencias, ayudándonos esto a disminuir los fármacos efectivos para los diversos tratamientos.

Los tratamientos disponibles en las clínicas destinados a los cobayos que se mantienen como mascotas se encuentran limitados a un reducido conjunto de fármacos, los cuales, lamentablemente, muestran resultados insatisfactorios en la mitigación de infecciones. En particular, el uso del antibiótico oxitetraciclina, a pesar de ser un agente de amplio espectro que ha demostrado eficacia en tratamientos aplicados a otras especies, presenta un elevado índice de mortalidad en cobayos. Esto se debe a los trastornos que ocasiona, principalmente a nivel del sistema digestivo, lo que complica el funcionamiento de los distintos sistemas orgánicos.

Cuando se hace necesario recurrir a quimioterápicos para tratar procesos infecciosos, es de vital importancia contar con conocimiento preciso de las dosis efectivas, ya que una administración en exceso puede desencadenar daños severos. La oxitetraciclina, por ejemplo, demuestra una eficaz acción en el tratamiento quimioterapéutico de infecciones en diversas especies. Sin embargo, en el caso particular de los cobayos, su aplicación resulta letal, aunque hasta el momento se dispone de un conocimiento limitado sobre los problemas patológicos y los síntomas asociados, estando la atención centrada principalmente en los trastornos de la flora intestinal.

En este sentido, resulta imperativo obtener una comprensión más completa de los efectos patológicos generados por la oxitetraciclina en cobayos, con el propósito de establecer protocolos de tratamiento que aborden el impacto negativo de diversos antibióticos en esta especie. Este enfoque tiene como objetivo reducir las elevadas tasas de mortandad y mejorar la supervivencia, lo que a su vez contribuirá a reducir los costos de producción y así ayudar a incrementar los ingresos para aquellos empresarios dedicados a la crianza de cobayos.

Objetivo general

Identificar los efectos patológicos por el uso de oxitetraciclina administrada por vía oral en cobayos (*Cavia porcellus*) en Ayacucho.

Objetivo específico

Identificar la sintomatología por el uso de oxitetraciclina administrada por vía oral en cobayos (*Cavia porcellus*) en Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Aspectos generales

1.1.1. Breve historia de los antibióticos

Fue Ian Fleming el primer científico en encontrar sustancias orgánicas que inhibían el crecimiento de microorganismos que producían daño en los seres humanos. Históricamente los antibióticos son valorados como uno de los hallazgos más concluyentes en la historia de la humanidad, a pesar de la posibilidad de que su aplicación haya sido practicada de manera inadvertida mucho antes de ser oficialmente reconocida. El uso de tales compuestos, como el empleo de extractos derivados de plantas o hongos, tiene raíces antiquísimas.

Desde tiempos remotos, se ha tenido conocimiento sobre el uso de compuestos orgánicos para el tratamiento de diversas infecciones. A lo largo de varios siglos, se han empleado extractos de diferentes plantas que tradicionalmente eran medicinales específicas o incluso hongos que se desarrollaban en determinados tipos de quesos o productos lácteos para abordar infecciones de forma tópica. Además, existen pruebas que sugieren la presencia de tetraciclinas en materiales relacionados con la civilización egipcia. También se ha revelado que diversos pueblos y civilizaciones de antaño aprovechaban el barro o la tierra con fines curativos, dado que la tierra representa una de las fuentes primordiales de microorganismos creadores de agentes antibióticos.

En el segundo siglo después de Cristo, Galeno causó un impacto revolucionario en la terapia médica al introducir la utilización de sustancias de origen natural para restablecer el equilibrio perdido entre los "humores", que eran considerados como las sustancias corporales cuya variabilidad se creía que era la causa de las enfermedades¹. En el siglo XIII, en Alemania e Inglaterra, surgió la imagen del "apotecario", marcando así el inicio de lo que podría considerarse el camino a la futura "terapéutica moderna".

Posteriormente, del siglo XVI, el Paracelso propuso que no era la combinación completa de una receta lo que generaba el efecto, sino sustancias específicas con funciones concretas, a las cuales nombró "principios activos". El Paracelso fue pionero en iniciar con la idea de dosis, un concepto primordial para entender la diferencia entre los efectos beneficiosos y los efectos tóxicos de la mayoría de las sustancias (Caballero, 2014).

En 1859, Louis Pasteur estableció los fundamentos de la "Teoría microbiana de la enfermedad". Con una amplia gama de intereses y enfrentándose a numerosos desafíos, dedicó su incansable labor a diversas ramas científicas, que incluían la química, la física, la veterinaria y la bacteriología. El siguiente gran avance surgió de la propuesta del médico rural alemán Robert Koch en 1881, cuando introdujo un medio sólido en placas que permitía el cultivo y la detección del crecimiento bacteriano (Caballero, 2014). La penicilina inicio la era de los antibióticos. Ya que antes de su descubrimiento, no se conocía un tratamiento efectivo para afecciones como la fiebre reumática, neumonía o la gonorrea. Los hospitales estaban abarrotados de pacientes con sepsis derivada de heridas o cortes, y los médicos tenían escasas opciones de tratamiento, limitándose en su mayoría a esperar (Caballero, 2014).

Los antibióticos representan compuestos generados por bacterias y hongos con la capacidad de exterminar o restringir el crecimiento de microorganismos competidores. Este fenómeno ha sido bien documentado a lo largo del tiempo, lo que podría explicar por qué los antiguos egipcios tenían la costumbre de aplicar emplastos elaborados a partir de pan con moho en heridas infectadas. Sin embargo, no fue hasta el año 1928 que se produjo el descubrimiento de la penicilina, considerada como el primer antibiótico genuino, y este hallazgo se debió a Alexander Fleming, quien ejercía como profesor de bacteriología en el Hospital St. Mary en Inglaterra (Caballero, 2014).

Al regresar de un día festivo el 3 de septiembre de 1928, Alexander Fleming comenzó a examinar placas de Petri que contenían colonias de *Staphylococcus*, una bacteria que provoca condiciones como forúnculos, dolor de garganta y abscesos. En el transcurso de su observación, notó un fenómeno inusual en una de las placas: esta estaba salpicada de colonias, excepto en una región específica donde se estaba desarrollando una mancha de moho. El área circundante al moho, que luego se identificó como una rara cepa de *Penicillium notatum*, se encontraba completamente libre de bacterias, dando la

impresión de que el moho había liberado una sustancia que inhibía el crecimiento bacteriano (Caballero, 2014).

Fleming descubrió que su "extracto de moho" tenía la capacidad de eliminar una amplia gama de bacterias perjudiciales, como *Streptococcus*, *Meningococcus* y el bacilo de la difteria. Luego, asignó a sus colaboradores, Stuart Craddock y Frederick Ridley, la desafiante tarea de separar la penicilina pura del extracto de moho, que demostró ser muy inestable, y solo lograron preparar soluciones a partir de material crudo para su investigación. Los resultados de Fleming se publicaron en junio de 1929 en el *British Journal of Experimental Pathology*, aunque en ese momento solo se mencionaban las posibles ventajas terapéuticas de la penicilina (Caballero, 2014).

Paul Ehrlich, científico alemán en la transición de los siglos XIX y XX, destinó parte de sus investigaciones al análisis de la afinidad selectiva que exhibían ciertos tintes que se unían de manera particular a tejidos o bacterias concretas. Fue él quien inicialmente formuló los conceptos de toxicidad selectiva, detectó las relaciones químicas específicas entre parásitos y medicamentos, así como exploró la resistencia de los parásitos a fármacos y la utilidad de la terapia combinada para afrontar dicha resistencia. Su propósito central consistía en localizar lo que se denominó "la bala encantada", una sustancia que posibilitara la eliminación de un microorganismo específico sin causar daño a los tejidos del huésped. Los ensayos de Ehrlich en los albores del siglo XX condujeron a la creación de un compuesto derivado del arsénico al que bautizó como "salvarsán"; esta sustancia exterminaba las espiroquetas responsables de la sífilis, pero no interactuaba con el organismo humano. Este logro representó el surgimiento de las arsfenaminas, marcando el primer éxito importante de la terapia química planificada. Es interesante notar que Ehrlich fue el pionero en acuñar el término "quimioterapia" para referirse al proceso de búsqueda y empleo de sustancias químicas con acción específica sobre los agentes patógenos (Calvo, 2006).

Se designa como antibiosis al resultado que ocurre cuando una variedad genera una sustancia perjudicial para otra variedad que rivaliza con ella. Un caso ampliamente reconocido es el de los agentes antimicrobianos, incluyendo el de la penicilina que tiene impacto en específicas bacterias. La noción antibiosis se utiliza para describir cualquier tipo de interacción que tiene lugar entre dos seres vivos de distintas especies, donde uno

de ellos resulta dañino y perjudicial para el otro al generar una sustancia nociva que afecta negativamente a esa otra especie. En consecuencia, estamos hablando de una relación biológica en la que no es viable que ciertos organismos coexistan en cercanía de otros. La lesividad que proviene de cualquier antibiosis se origina por la influencia de un compuesto químico perjudicial elaborado por el organismo que busca superar a su competidor. Esta sustancia se conoce como agente antimicrobiano. El hongo *Penicillium* libera un compuesto nocivo que inhibe la vida de otros microorganismos cercanos (Roldán, 2021).

En los años veinte del siglo pasado, el experto en bacteriología británico Alexander Fleming, quien trabajaba en el Hospital Saint Mary de Londres, identificó una sustancia denominada liozima en diversas excreciones corporales, tales como las lágrimas o el sudor, así como en determinadas plantas y compuestos animales. La liozima manifestaba una marcada capacidad antimicrobiana, aunque principalmente actuaba contra bacterias no perjudiciales.

En 1928, este eminente científico hizo el hallazgo de la penicilina, el paradigma de los agentes antimicrobianos. La penicilina es una derivación del hongo *Penicillium notatum*, y fue descubierta de manera fortuita por A. Fleming en ese mismo año. Lo que destacaba acerca de la penicilina era que pequeñas cantidades de esta sustancia tenían la capacidad de eliminar las bacterias en un cultivo, en particular, tenía la capacidad de erradicar una bacteria muy perjudicial, *Staphylococcus aureus*, que provocaba infecciones en la piel y luego se propagaba a través de la sangre, causando sepsis y, en última instancia, la muerte. Este descubrimiento allanó el camino para el desarrollo de futuros compuestos antibacterianos producidos por seres vivos. No obstante, casi pasaron dos décadas antes de que la penicilina fuera empleada por primera vez en seres humanos, ocurriendo esto en 1943, cuando comenzó la producción comercial en los Estados Unidos. Paul Ehrlich, científico alemán que vivió en la transición del siglo XIX al XX, destinó parte de su labor investigativa al examen de la afinidad selectiva que presentaban ciertos tintes que se unían de manera precisa a tejidos o bacterias particulares. Él fue el primero en conceptualizar los fundamentos de la toxicidad selectiva, en identificar las interacciones químicas específicas entre parásitos y medicamentos, así como en explorar la resistencia de los parásitos a los fármacos y el rol de la terapia combinada para contrarrestar dicha resistencia. Su propósito central era hallar lo que se denominó "el arma

mágica", una sustancia que permitiera la erradicación de un microorganismo específico sin causar daño a los tejidos del anfitrión. Los ensayos de Ehrlich en los primeros años del siglo XX llevaron a la síntesis de un compuesto derivado del arsénico al que llamó "salvarsán"; esta sustancia eliminaba las espiroquetas que eran responsables de la sífilis, pero no interactuaba con el organismo humano. Este compuesto representó el primer logro importante del enfoque planificado de la quimioterapia. Fue Ehrlich en persona quien acuñó el término "quimioterapia" para referirse al proceso de búsqueda y aplicación de sustancias químicas con acción específica sobre los agentes patógenos.

En 1930, Gerhard Domagk, mientras trabajaba con tintes químicos, dio con una sustancia denominada Prontosil, la cual demostró tener propiedades antimicrobianas al ser administrada a animales enfermos afectados por estreptococos. Posteriormente se reveló que era el componente de sulfonamida vinculado al tinte el que poseía las características antibacterianas. Esta representó la primera sustancia sin toxicidad y de duradera estabilidad que se empleó para tratar infecciones, marcando el inicio de la época contemporánea de la terapia antimicrobiana.

En 1939, el científico bacteriólogo estadounidense René Dubos, obtuvo un microorganismo procedente del suelo, *Bacillus brevis*, que generaba una sustancia con la capacidad de restringir el desarrollo de bacterias grampositivas; esta sustancia fue nombrada gramicidina. Sin embargo, se limitó su empleo exclusivamente a nivel cutáneo, ya que resultaba excesivamente perjudicial para su aplicación en general.

La expresión "antibiótico" fue propuesta por vez primera al editor de *Biologic Abstracts* en 1941 por Selman A. Waksman, un microbiólogo ambiental estadounidense, con el propósito de designar a sustancias con capacidad antibacteriana extraídas de estructuras orgánicas vivas. Los agentes antimicrobianos generados por bacterias presentes en el suelo, pertenecientes al conjunto actinomicetos, han demostrado ser altamente efectivos. Un ejemplo de esta categoría es la estreptomicina, el primer representante de la familia de los aminoglucósidos, descubierta en 1943 por Selman A. Waksman, la cual resulta efectiva contra numerosas enfermedades infecciosas, incluyendo aquellas que son resistentes a la penicilina, como la tuberculosis.

El experto en microbiología de la Universidad de Yale, Paul Burkholder, hizo un hallazgo en 1947 al descubrir en una muestra de suelo una sustancia que tenía la capacidad de frenar el desarrollo tanto de bacterias grampositivas como de las gramnegativas, conocida como cloranfenicol, lo que marcó el surgimiento de los agentes antimicrobianos de amplio alcance. No obstante, su toxicidad implicó una restricción considerable en su aplicación. De forma simultánea, Benjamín Duggar estaba investigando un microorganismo que generaba una sustancia dorada con propiedades antibióticas, a la que denominó aureomicina, y que hoy conocemos como clortetraciclina, con un nivel de toxicidad significativamente menor que el cloranfenicol.

A través del examen de suelos también se produce el hallazgo de la eritromicina a partir de *Streptomyces erithreus* en 1952, y de la vancomicina a partir de *Streptococcus orientalis* en 1956. En el laboratorio de Howard Florey, ubicado en Oxford, se logra aislar, en 1964, el compuesto activo del *Cephalosporium acremonium*, identificado previamente en muestras de agua de mar recolectadas cerca de un desagüe en las proximidades de la costa de Cerdeña, cuyo estudio inicial había sido emprendido por el científico italiano Guisepe Brotzu en la década de los años 40. Este descubrimiento marca la aparición de la familia de las cefalosporinas.

La exploración de microorganismos que se encuentran en el entorno natural y poseen capacidades antibióticas requiere su reproducción en el ámbito de laboratorio. Este enfoque excluye a los microorganismos cuyo desarrollo no puede ser inducido en condiciones reguladas, lo que representa aproximadamente el 99 % de todas las especies existentes. Como resultado, es probable que la mayoría de las sustancias con tales propiedades fueran identificadas durante lo que se conoce como "la era dorada de la terapia antimicrobiana".

De forma paralela al hallazgo de antibióticos de origen natural, se ha avanzado en la exploración de la síntesis química de otros antimicrobianos. Por un lado, se ha buscado desarrollar compuestos semisintéticos con propiedades novedosas mediante la alteración química de antibióticos naturales previamente conocidos o de metabolitos de origen microbiano. Por otro lado, se han creado antimicrobianos completamente artificiales, como la familia de las fluoroquinolonas, y en la actualidad, incluso se han producido antibióticos mediante procedimientos de ingeniería genética.

Durante el último cuarto de siglo, no han salido al mercado antimicrobianos nuevos, y esto se debe, en parte, al agotamiento de las fuentes naturales disponibles, así como a la reticencia de las compañías farmacéuticas a explorar y poner en el mercado productos sintéticos adicionales. Esto se debe a que el proceso que conduce desde la investigación hasta la comercialización es tan extenso que no se puede garantizar la recuperación de la inversión antes de que la adaptación de las bacterias vuelva obsoleto el antibiótico. No obstante, en enero de 2015 se hizo público en la revista Nature el hallazgo de un reciente antimicrobiano, denominado teixobactina, que fue extraído de *Eleftheria terrea*, una fuente proveniente de una muestra de suelo. Este compuesto ha demostrado una marcada capacidad de dañar a microorganismos Gram positivos, tales como *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Bacillus anthracis*, o *Clostridium difficile*, y ha mostrado eficacia incluso contra variantes resistentes de estos patógenos (Losee et al., 2015).

Sin embargo, su eficacia solo ha sido evaluada en modelos de ratones mediante la administración intravenosa. Por lo tanto, será necesario llevar a cabo pruebas clínicas en seres humanos y desarrollar una formulación más accesible, lo que podría requerir aproximadamente 2 o 3 años, y luego adicionalmente se deberán establecer los grupos de control, lo que podría tomar otros 2 o 3 años antes de que se puedan iniciar dichos ensayos. En consecuencia, no se anticipa que este medicamento esté disponible en el mercado o en proceso de aprobación hasta el período comprendido entre 2020 y 2022 (Losee et al., 2015).

No obstante, posiblemente lo más significativo en relación al hallazgo de la teixobactina reside en el procedimiento empleado para su obtención, dado que tiene la capacidad de engañar a las bacterias y hongos, llevándolos a creer que están desarrollándose en condiciones naturales en lugar de un entorno de laboratorio. Este método se basa en un sistema de múltiples canales que incorpora membranas semipermeables conocido como "(¡Chip)!" Esta tecnología facilita la utilización de bacterias que usualmente resulta inviable cultivar, lo que amplía el espectro de especies disponibles para la búsqueda de nuevos agentes antimicrobianos.

Desde que el uso generalizado de antibióticos comenzó en la década de 1950, la perspectiva de las enfermedades ha experimentado una transformación significativa.

Aquellas enfermedades que solían ser la principal causa de mortalidad se volvieron mucho menos letales. A lo largo de los años, se han desarrollado diversas categorías de antibióticos con espectros de acción antibacteriana cada vez más amplios y diversificados. No obstante, a pesar de estos avances, las infecciones bacterianas siguen representando un importante desafío en el ámbito de la salud, en ocasiones resultando difíciles de controlar y tratar debido a la rápida emergencia de bacterias altamente resistentes a los tratamientos convencionales. Hasta la fecha, la literatura científica ha documentado la existencia de más de 3100 tipos de antibióticos, de los cuales aproximadamente 2400 son de origen microbiano. Sin embargo, solo unas pocas decenas han encontrado aplicación en la medicina, en parte debido a la falta de selectividad en su toxicidad, ya que la mayoría de los antibióticos resultan igualmente tóxicos tanto para el patógeno como para el huésped (Losee et al., 2015).

1.1.2. Antibióticos

De manera general, se emplea el vocablo antibiótico para describir una sustancia de naturaleza orgánica elaborada por diversas cepas de microorganismos (tales como bacterias, hongos y actinomicetos). Estas sustancias poseen la capacidad de frenar el crecimiento de microorganismos patógenos (efecto bacteriostático) o de destruirlos por completo (efecto bactericida), sin importar si son de origen natural o artificial. No obstante, es esencial diferenciar entre los siguientes términos:

Empero, se deben diferenciar los siguientes elementos conceptuales:

- ✓ **Antimicrobianos:** compuestos generados de manera artificial o encontrados en la naturaleza que se emplean para erradicar o detener la proliferación de microorganismos, incluyendo bacterias, virus y hongos, así como parásitos, especialmente protozoos (Reglamento N°1831/2003).
- ✓ **Antibióticos:** agentes antimicrobianos elaborados por un microorganismo o derivados de él que eliminan o detienen la proliferación de otros microorganismos (Reglamento N°1831/2003).
- ✓ **Quimioterápicos:** antimicrobianos fabricados de manera sintética, a partir de una formulación artificial (Reglamento N°1831/2003).

Los antibióticos son tratamientos eficaces contra las infecciones causadas por bacterias. Utilizados adecuadamente, tienen el potencial de preservar vidas. Funcionan al

eliminar las bacterias o al detener su reproducción. Después de completar un ciclo de tratamiento con antibióticos, el sistema inmunológico del cuerpo suele ser capaz de hacer frente a la infección por sí solo. Los antibióticos no son efectivos contra infecciones de origen viral, como, por ejemplo:

- ✓ Rinovirus (causa del resfriado común)
- ✓ Virus de la influenza (responsable de la gripe)
- ✓ Mayoría de las causas de tos y bronquitis de origen viral
- ✓ Dolores de garganta, a menos que sean causados por una infección estreptocócica.

Si una enfermedad es causada por un virus y no por una bacteria, el uso de antibióticos puede resultar perjudicial en lugar de beneficioso. Tomar antibióticos sin necesidad puede contribuir al desarrollo de resistencia bacteriana, donde las bacterias modifican su estructura para resistir los efectos de los antibióticos (MedlinePlus, 2021).

Los medicamentos antimicrobianos, conocidos como antibióticos, son compuestos (derivados de bacterias o hongos o fabricados sintéticamente) utilizados en la terapia de enfermedades infecciosas. La selección del antibiótico apropiado para tratar una infección se basa en diversos factores, como el tipo de microorganismo involucrado (identificado mediante cultivos o inferido por experiencia previa), la susceptibilidad de ese microorganismo a los antibióticos (determinada mediante pruebas de sensibilidad o asumida por experiencia), la gravedad de la enfermedad, los posibles efectos secundarios, la historia de alergias del paciente y el costo del tratamiento. En situaciones de infecciones severas, a veces se requiere la combinación de varios antibióticos (Antépara, 2018).

1.1.3. Clasificación

A pesar de que los antimicrobianos están compuestos por una amplia variedad de compuestos, a menudo se dividen en diversas categorías. Existen numerosas clasificaciones disponibles, cada una con características distintas y fundamentadas en diferentes criterios, lo que hace que sea complicado determinar cuál es la más apropiada. Entre estas clasificaciones, las más comúnmente empleadas son las que se describen a continuación.

a) Clasificación según la tinción Gram de las bacterias

Los antimicrobianos se organizan según su efecto en bacterias grampositivas y gramnegativas en:

Tabla 1.1

Clasificación de los antibióticos según la tinción gran

Contra Gram +	Contra Gram -	Amplio espectro
Glicopéptidos	Aminoglucósidos	Cefalosporinas
Lincosamidas	Aminociclitolos	Carbapenémicos
Rifampicinas	Polipéptidos	Anfenícoles
-	-	Macrólidos
-	-	Quinolonas
-	-	β -lactámicos
-	-	Tetraciclinas

Nota. Fuente: Calderwood (1990) y Brugueras (1998).

b) Clasificación según el efecto de su acción

Con respecto al impacto de su acción en las bacterias, los antimicrobianos se dividen en dos categorías: bacteriostáticos y bactericidas, según si detienen el crecimiento o causan la lisis de las bacterias, respectivamente (Flórez, 1989).

Sin embargo, esta clasificación se considera poco precisa, ya que estos efectos varían según el tipo de microorganismo y la concentración del antimicrobiano. Por ejemplo, el cloranfenicol actúa como bacteriostático ante la *E. coli* y otros microorganismos, pero como bactericida ante ciertas cepas de *S. pneumoniae*, *N. meningitidis* y *H. influenzae* (Calderwood, 1990; Brugueras, 1998).

En la tabla 1.2 se presenta una lista de varios antimicrobianos organizados según este principio.

Tabla 1.2

Distribución de algunos antibióticos según su acción sobre las bacterias

Bactericidas	Bacteriostáticos
β -lactámicos	Anfenícoles
Aminoglucósidos	Lincosamidas
Glicopéptidos	Macrólidos
Quinolonas	Sulfamidas
Rifampicinas	Tetraciclinas

Nota. Fuente: Flórez (1989).

c) Clasificación según el mecanismo de acción

Los agentes antimicrobianos pueden categorizarse en función de la vía que emplean para ejercer su efecto sobre los microorganismos. De esta manera, observamos:

- **Inhibidores de la biosíntesis de la pared celular:** En esta categoría se incluyen los agentes antimicrobianos β -lactámicos, como las penicilinas y las cefalosporinas.
- **Modificadores de la funcionalidad de la membrana celular:** Son compuestos que actúan de forma indirecta en la membrana celular de los microorganismos, alterando su permeabilidad y posibilitando la liberación de componentes intracelulares (Goodman et al., 1993).
- **Inhibidores del proceso de producción de proteínas:** en este conjunto de agentes antimicrobianos, es relevante mencionar aquellos que perturban la funcionalidad de las subunidades ribosómicas 30S y 50S, provocando una detención temporal de la síntesis de proteínas (como cloranfenicol, tetraciclinas, eritromicina y clindamicina); además, se encuentran los que se adhieren a la subunidad 30S, alterando la síntesis de proteínas y resultando en la muerte de la célula (aminoglucósidos) (Goodman et al., 1993).
- **Inhibidores de la fabricación o funcionamiento de los ácidos nucleicos:** ejemplos notables son la rifampicina, quinolonas o antivirales, que pueden emplear tres enfoques distintos: interferir en la replicación del ADN, obstaculizar la transcripción o bloquear la producción de metabolitos cruciales.

1.1.4. Efectos adversos de los antibióticos

- ✓ **Alergia.** Varios agentes antimicrobianos desencadenan erupciones cutáneas y otros indicios de reacciones alérgicas (tales como fiebre, inflamación de las articulaciones, entre otros) en un pequeño porcentaje de individuos con predisposición.
- ✓ **Disbacteriosis.** Al eliminar bacterias beneficiosas que normalmente se encuentran en el tracto gastrointestinal, estos agentes pueden generar molestias como dolor, picazón en la boca y lengua, y diarrea, entre otros.
- ✓ **Sobrecrecimientos.** Algunos agentes antimicrobianos pueden eliminar ciertas bacterias mientras promueven el crecimiento de otras bacterias o hongos.

- ✓ **Resistencias.** Las bacterias tienden a desarrollar resistencia de manera rápida frente a los agentes antimicrobianos, y el uso continuado o frecuente de estos para tratar enfermedades menores fomenta la aparición de dicha resistencia.
- ✓ **Toxicidad.** Los agentes antimicrobianos pueden ocasionar daños en los riñones, el hígado y el sistema nervioso, así como provocar diversas anomalías en las células sanguíneas (Antépara, 2018).

1.1.5. Antibióticos en medicina veterinaria

Los agentes antimicrobianos comenzaron a emplearse en medicina veterinaria, desde su primer uso en la atención médica de las personas. En la actualidad, la amplia variedad de agentes antimicrobianos disponibles posibilita el tratamiento de infecciones bacterianas que comúnmente afectan tanto a animales como a seres humanos. Esto permite, por ejemplo, llevar a cabo intervenciones quirúrgicas más eficientes en humanos, incluyendo los trasplantes de órganos, y mejorar la gestión de las infecciones relacionadas con el uso de agentes antitumorales e inmunosupresores en el tratamiento de enfermedades cancerígenas (Benito, 2007).

El impacto causado por los agentes antimicrobianos en la industria de la salud animal es tan significativo como en la de la atención médica. Para los profesionales veterinarios, estos nuevos medicamentos representaron la primera herramienta farmacéutica genuinamente efectiva en la lucha contra enfermedades como la mastitis bovina. También revolucionaron el tratamiento de las infecciones intestinales y respiratorias más críticas, convirtiéndose en un componente esencial de los protocolos de manejo de heridas posteriores a cirugías. Los agentes antimicrobianos han tenido un impacto muy positivo no solo en la salud de los animales sino también en su bienestar general. En animales de compañía, el uso de agentes antimicrobianos se centra principalmente en fines terapéuticos y, en ocasiones, profilácticos, mientras que, en los animales destinados a la producción de alimentos, también pueden emplearse como promotores del crecimiento al añadirlos a la alimentación en dosis subterapéuticas durante periodos de tiempo relativamente prolongados (Benito, 2007).

Desde la década de los 50 y al mismo tiempo que avanzaba la terapia antibiótica en seres humanos, la medicina veterinaria también adoptó estos nuevos compuestos para controlar las enfermedades infecciosas. Medicamentos pertenecientes a las categorías de

las penicilinas y las tetraciclinas empezaron a utilizarse en dosis subterapéuticas en varios países con el propósito de promover el crecimiento, sin que hubiera una supervisión veterinaria ni control farmacéutico (Organización Mundial de la Salud [OMS], 1997). No obstante, en la década de los 60 surgieron algunas dificultades relacionadas con el aumento de la resistencia a los antibióticos por parte de determinadas cepas de Salmonella vinculadas a infecciones en terneros. A raíz de la aparición de cepas altamente resistentes en el Reino Unido, el gobierno británico optó por establecer el Comité Conjunto sobre el Uso de Antibióticos en la Ganadería y Medicina Veterinaria. En su informe este comité reconoció la administración de antibióticos, especialmente en niveles subterapéuticos, planteaba ciertos riesgos tanto para la salud humana como el animal (OMS, 1997).

A raíz de sus sugerencias, se adoptó en Europa la directriz de emplear diferentes antibióticos para el tratamiento y para estimular el crecimiento en la cría de ganado. Durante el último quinquenio del siglo XX, presenciamos un extenso diálogo en torno a la resistencia microbiana a los medicamentos contra infecciones. En 1995, un comité especial en los Estados Unidos reconoció que la resistencia a los antibióticos había emergido como una preocupación seria y propuso la implementación de un sistema de monitoreo a nivel nacional en este aspecto. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud convocó una conferencia en octubre de 1997 para abordar el impacto médico del uso de antibióticos en animales destinados al consumo humano (OMS, 1997).

✓ **Uso de antibióticos en terapia veterinaria**

Tal como ocurre en el ámbito de la medicina humana, en la medicina veterinaria se emplean antibióticos no solo para la cura (terapéutica) sino también para la prevención de enfermedades. Además, en el contexto de la veterinaria, los antibióticos se utilizan como promotores del crecimiento, así como en horticultura y agricultura. En este contexto, es relevante mencionar que en los Estados Unidos se utilizan al menos diez toneladas de estreptomicina cada año para el control de ciertas enfermedades en manzanos, mientras que en la Unión Europea existen más de 800 productos autorizados para la protección de plantas, incluyendo varios antibióticos (Opinión sobre el Comité Económico y Social, 1998).

Las infecciones subclínicas tienen el potencial de afectar gravemente la productividad de una explotación, ya que en un momento determinado pueden convertirse

en infecciones clínicas que afectan rápidamente a todos los animales en una explotación ganadera cerrada. En este tipo de explotaciones, resulta prácticamente inviable tratar a cada animal de forma individual, por lo que se suele recurrir a la incorporación de antibióticos y otros medicamentos, ya sea como medida profiláctica o como tratamiento directo (Anadón, 1999).

✓ **Uso de antibióticos como promotores del crecimiento**

El empleo de antibióticos en el ámbito veterinario se inició durante los años cincuenta, cuando se comenzaron a incorporar oxitetraciclina y clortetraciclina como suplementos en la alimentación de animales. Posteriormente, se implementó esta práctica con numerosos otros antibióticos con el objetivo de difundir la crianza de animales destinados a la producción para el consumo de alimentos. Se sabe que en los años ochenta, por lo menos el 60% de los animales que fueron criados para el consumo humano estuvieron sometidos a antibióticos. Cuando se considera que no se controlaban adecuadamente los plazos de suspensión de los antibióticos, se encontró restos de estos compuestos en los alimentos listos para su consumo, que fue significativamente elevado (Corcia y Nazzari, 2002). No se conoce ciertamente cual es el mecanismo exacto mediante el cual los medicamentos (antibióticos) estimulan el crecimiento. Se entiende que, actúan alterando la composición y la cantidad de la microflora intestinal, lo que resulta en una disminución de los microorganismos responsables de enfermedades subclínicas (Ortega et al., 1988).

Se podría afirmar que el resultado final del incremento del desarrollo es una intrincada interacción de elementos nutricionales, fisiológicos, microbiológicos y patológicos. Esta reacción varía según cada especie animal y, en una misma especie, se modifica según la raza, la edad de los animales, las condiciones del entorno o la dieta que se les proporciona. El rendimiento de la alimentación y la tasa de crecimiento tienden a aumentar a medida que se incrementa la cantidad de antibiótico hasta cierto punto. El impacto de los antibióticos se hace más evidente en situaciones de escasa higiene, ya que combaten a los agentes infecciosos. Sin embargo, se puede distinguir entre el efecto estimulante del desarrollo provocado por los antibióticos y su papel preventivo en las enfermedades, especialmente cuando se trata de antibióticos que no se absorben en el intestino (Crosby, 1991).

✓ Marco legal

Los antibióticos se encuentran entre los agentes medicinales menos utilizados de manera adecuada, tanto en el ámbito de la medicina humana como en la veterinaria. A menudo, se administran de manera inapropiada y en dosis no adecuadas. Su uso indiscriminado conlleva complicaciones que incluyen reacciones alérgicas, superinfecciones, retrasos en la identificación del microorganismo causante y uno de los problemas más significativos: la proliferación de microorganismos resistentes a los antibióticos, lo que aumenta la necesidad constante de desarrollar nuevos fármacos.

En la década de los años cincuenta, se observó que las aves que se alimentaban con productos derivados de la fermentación de *Streptomyces aureofaciens* mostraban mejoras en su crecimiento. En investigaciones posteriores, se identificaron residuos de clortetraciclina como el factor de crecimiento presente en estos extractos. Con el tiempo, se confirmó esta propiedad en varios antimicrobianos y para diversas especies animales. Desde entonces, ha sido una práctica común añadir antibióticos en pequeñas cantidades a la alimentación de animales de producción con el fin de mejorar su rendimiento y reducir los costos asociados (Dibner y Richards, 2005).

Sin embargo, no se consideró el impacto potencial que el consumo de estos "factores nutricionales" (como se les denominaba inicialmente) podría tener en la resistencia bacteriana. A finales de la década de los sesenta, se detectó una conexión entre un brote de salmonelosis en seres humanos y el uso de antibióticos en el tratamiento de terneros, lo que dio lugar a las primeras preocupaciones sobre el aumento de la resistencia a los antibióticos y su posible relación con el uso de antibióticos como promotores del crecimiento en animales. En 1969, se publicó el informe británico Swann, que alertaba sobre el riesgo potencial de seleccionar bacterias resistentes en animales que podrían transmitirse posteriormente a los seres humanos. Este informe recomendaba evitar el uso de antimicrobianos como promotores de crecimiento si podían utilizarse en medicina humana o si causaban resistencia cruzada (Swann et al., 1969).

1.2. Antibióticos de amplio espectro

1.2.1. Generalidades

El concepto de antibiótico de amplio espectro se refiere a un medicamento antibacteriano que tiene la capacidad de combatir un amplio abanico de bacterias

patógenas, tanto las grampositivas como las gramnegativas. Por otro lado, un antibiótico de espectro reducido es eficaz únicamente contra familias específicas de bacterias.

1.2.2. Usos

Los antibióticos de amplio espectro se emplean en diversas situaciones médicas, que incluyen:

- Antes de que se haya identificado de manera formal la bacteria causante de la infección, especialmente cuando existe una amplia variedad de posibles enfermedades y se requiere una respuesta urgente para evitar complicaciones.
- En casos de bacterias que han desarrollado resistencia a otros antibióticos de espectro más limitado y, por lo tanto, no responden a estos.
- En situaciones de superinfección, donde varios tipos de bacterias contribuyen a la enfermedad, lo que justifica el uso de un antibiótico de amplio espectro o una combinación de tratamientos antibióticos.
- Como medida profiláctica después de una intervención quirúrgica, con el propósito de prevenir posibles infecciones bacterianas posteriores (Wikipedia, 19 de febrero de 2023).

1.2.3. Riesgos

Como resultado secundario, los antibióticos tienen la capacidad de modificar la composición microbiana normal del organismo al atacar de manera indiscriminada tanto a las bacterias perjudiciales como a las comensales, que son bacterias beneficiosas o inofensivas que residen en el intestino, los pulmones y la vejiga. La eliminación de la flora bacteriana puede propiciar el crecimiento descontrolado de microorganismos resistentes a los medicamentos, lo que podría desencadenar una infección secundaria, como *Clostridium difficile* o candidiasis. Esta consecuencia adversa es más probable cuando se utilizan antibióticos de amplio espectro (Wikipedia, 19 de febrero de 2023).

1.2.4. Ejemplos

En el ámbito de la medicina veterinaria: Co-amoxiclav (en animales pequeños); penicilina, estreptomina y oxitetraciclina (en animales de cría); penicilina y sulfamidas potenciadas (en equinos) (Wikipedia, 19 de febrero de 2023).

1.3. Tetraciclinas

1.3.1. Generalidades

Las tetraciclinas conforman una familia de antibióticos que incluye tanto compuestos naturales como aquellos obtenidos mediante procesos de semisíntesis, y poseen un amplio espectro de acción antimicrobiana. Desde el punto de vista químico, se derivan de la naftacenocarboxamida policíclica y presentan un núcleo tetracíclico, de ahí su nombre de grupo (Wikipedia, 19 de febrero de 2023).

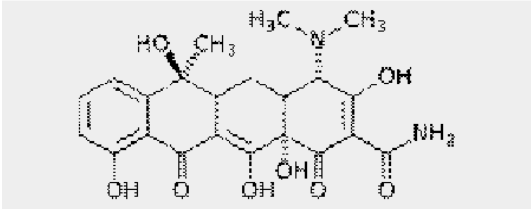
Las tetraciclinas naturales se obtienen de bacterias pertenecientes al género *Actinomyces*. La clortetraciclina y la demetilclortetraciclina se extraen de *Streptomyces aureofaciens*, mientras que la oxitetraciclina se obtiene de *Streptomyces rimosus*. La tetraciclina, que es el representante genérico de este grupo, puede extraerse del *Streptomyces viridifaciens*, aunque también es posible obtenerla de manera semisintética. Una característica que comparten todas estas sustancias es su naturaleza anfotérica, lo que les permite formar sales tanto con ácidos como con bases, siendo los clorhidratos solubles los más comúnmente utilizados (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

Muestran fluorescencia bajo la luz ultravioleta y poseen la capacidad de unirse a metales con valencia di o trivalente, como el calcio, manganeso o magnesio (Wikipedia, 6 de agosto de 2023). Es uno de los antibióticos más ampliamente estudiados. Ya en 1953, se documenta su reconocimiento en la farmacopea británica. Su uso se propagó rápidamente, y para 1955, ya se mencionaba la presencia de cepas resistentes tanto a la tetraciclina como a la clortetraciclina.³ A finales de 2008, PubMed registraba más de 14 000 documentos científicos relacionados con estos medicamentos (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

1.3.2. Estructura química

Figura 1.1

Tetraciclina e identificadores

Tetraciclina													
	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Identificadores</th></tr></thead><tbody><tr><td>Número CAS</td><td>60-54-8</td></tr><tr><td>Código ATC</td><td>J01AA07</td></tr><tr><td>PubChem</td><td>5497101</td></tr><tr><td>DrugBank</td><td>DB00759</td></tr><tr><td>ChEBI</td><td>27902</td></tr></tbody></table>	Identificadores		Número CAS	60-54-8	Código ATC	J01AA07	PubChem	5497101	DrugBank	DB00759	ChEBI	27902
Identificadores													
Número CAS	60-54-8												
Código ATC	J01AA07												
PubChem	5497101												
DrugBank	DB00759												
ChEBI	27902												
Nombre (IUPAC) sistemático	Datos químicos												
(2Z,4S,4aS,5aS,12aS)-2-(amino-hydroxymethylidene)-4-dimethylamino-6,10,11,12a-tetrahydroxy-6-methyl-4,4a,5,5a-tetrahydrotetracene-1,3,12-trione	<table border="1"><tbody><tr><td>Fórmula</td><td>C₂₂H₂₄N₂O₈</td></tr><tr><td>Peso mol.</td><td>444.4 g/mol</td></tr></tbody></table>	Fórmula	C ₂₂ H ₂₄ N ₂ O ₈	Peso mol.	444.4 g/mol								
Fórmula	C ₂₂ H ₂₄ N ₂ O ₈												
Peso mol.	444.4 g/mol												
	Farmacocinética												
	<table border="1"><tbody><tr><td>Vida media</td><td>6 - 11 horas</td></tr><tr><td>Excreción</td><td>Fecal y renal</td></tr></tbody></table>	Vida media	6 - 11 horas	Excreción	Fecal y renal								
Vida media	6 - 11 horas												
Excreción	Fecal y renal												

1.3.3. Farmacocinética

La absorción de las tetraciclinas ocurre de manera rápida y completa en el tracto gastrointestinal, principalmente en el intestino delgado, y alcanzan su concentración máxima en la sangre en un período de tres a seis horas. Cuando se administran de forma intravenosa, su absorción es óptima, con la rolitetraciclina destacando en este aspecto (Wikipedia, 6 de agosto de 2023). La unión de estas sustancias a las proteínas plasmáticas varía ampliamente, desde un 20 % en el caso de la oxitetraciclina hasta un 90 % en la doxiciclina. Se distribuyen en todos los tejidos, especialmente en el hueso, y tienen la capacidad de penetrar en el interior de las células. También atraviesan la barrera placentaria y la hematoencefálica, aunque no alcanzan niveles terapéuticos en el líquido cefalorraquídeo. Estas propiedades hacen que su uso esté contraindicado durante el embarazo (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

Estas sustancias experimentan un proceso de metabolismo parcial en todo el cuerpo y se eliminan principalmente sin cambios a través de la orina. Debido a su elevada concentración en la bilis, muestran un fenómeno de recirculación enterohepática y pueden ser parcialmente excretadas en las heces. En lo que concierne a la función renal, se observan diversos grados de reabsorción tubular según el tipo de tetraciclina, lo que contribuye a las diferencias en la vida media dentro de este grupo. La clortetraciclina tiene la vida media más corta, alrededor de unas 5 horas, mientras que la doxiciclina supera las quince horas (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

1.3.4. Mecanismo de acción

Principalmente, funcionan como bacteriostáticos a las dosis usuales, aunque pueden ser letales a concentraciones elevadas, las cuales suelen ser perjudiciales. Sus mecanismos de acción comprenden varios aspectos:

1. Desacoplan la fosforilación oxidativa en las bacterias.
2. Inducen una interrupción en la síntesis de proteínas dentro del ribosoma bacteriano. Esto se logra mediante la inhibición de la síntesis proteica al adherirse a la subunidad 30 S del ribosoma, impidiendo la unión del ácido ribonucleico de transferencia (ARNt) y el transporte de aminoácidos hacia la subunidad 50 S.

Adicionalmente, hay pruebas preliminares que insinúan que las tetraciclinas afectan la membrana citoplasmática de microorganismos susceptibles, lo que facilita la liberación de componentes intracelulares (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

Las resistencias bacterianas a las tetraciclinas se desarrollan lentamente, aunque sucede mucho más rápido cuando se aplican de forma tópica. Entre los mecanismos bacterianos involucrados se incluye la expulsión activa del antibiótico fuera de la célula, o la creación de una proteína protectora que separa al antibiótico del ribosoma, permitiendo así que la síntesis proteica continúe. Estos genes pueden estar ubicados en un plásmido, lo que justifica la precaución en el entorno hospitalario al usar tetraciclinas, con el propósito de evitar la aparición de resistencias simultáneas a varios antibióticos. También existe la posibilidad de que se presente resistencia cruzada entre los miembros de este grupo de antibióticos (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

1.3.5. Reacciones adversas

En la lista a continuación se enumeran únicamente los efectos secundarios informados con una frecuencia mayor al 0.1 % (>1/1000). También hay muchas otras reacciones adversas documentadas que ocurren con una frecuencia menor (<1/1000; menos del 0.1 %) (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

Tabla 1.3*Reacciones adversas*

Órgano afectado	Criterio CIOMS	Tipo de reacción adversa
Pruebas de laboratorio	Infrecuentes	Aumento en los niveles de urea en sangre.
Trastornos de sangre	Infrecuentes	Anemia hemolítica, trombocitopenia, neutropenia y eosinofilia.
Trastornos nerviosos	Infrecuentes	Dolor de cabeza.
Trastornos gastrointestinales	Infrecuentes	Glosodinia, náuseas, y vómitos, faringitis agudas, gastroenteritis y colitis no infecciosa, estomatitis.
Trastornos de la piel	Infrecuentes	Rash maculopapular y eritematoso, fotosensibilidad

1.3.6. Clasificación

De acuerdo con las pautas de la Clasificación ATC, los medicamentos antibióticos pertenecientes a la categoría de las tetraciclinas (Wikipedia, 6 de agosto de 2023) incluirían:

Tabla 1.4*J01A Tetraciclinas*

	J01A Tetraciclinas
J01AA Tetraciclinas	J01AA01 Demeclociclina
	J01AA02 Doxiciclina
	J01AA03 Clortetraciclina
	J01AA04
	J01AA05 Metaciclina
	J01AA06 Oxitetraciclina
	J01AA07 Tetraciclina
	J01AA08 Minociclina
	J01AA09 Rolitetraciclina
	J01AA10 Penimepicipiclina
	J01AA11 Clomociclina
	J01AA12
	J01AA20 Combinaciones de tetraciclinas
J01AA56 Oxitetraciclina, combinaciones	

1.3.7. Degradación

Se han llevado a cabo diversos procedimientos, que se detallan a continuación:

- ***Investigación de la captación y dispersión***

Se han realizado investigaciones sobre cómo las tetraciclinas se incorporan y distribuyen en el suelo, en el compost generado a partir de estiércol porcino y en combinaciones de suelo y compost con diferentes niveles de carbono orgánico. Se

llevaron a cabo múltiples experimentos, y en todos ellos, las tetraciclinas se adherían firmemente al estiércol debido a su contenido elevado de carbono orgánico. En una mezcla de suelo y estiércol tratada a 25 grados Celsius y en ausencia de luz, se observó que las tetraciclinas se descomponían en un 50 % después de 20 o 41 días; y en un 90 % entre 68 y 137 días. Cuando no hay compost presente en el suelo, la velocidad de dispersión es significativamente más lenta (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

- ***Proceso de ozonización***

Mediante este método se logran resultados altamente efectivos cuando se opera a niveles de pH elevados. En un estudio específico, se logró la completa degradación de la tetraciclina (con una concentración inicial de 20 mg/L) en tan solo 5 minutos de tratamiento con ozono. Sin embargo, para reducir el contenido total de carbono orgánico, se requirió un período de 40 minutos adicional. Estos hallazgos indican que la ozonización no conduce a la mineralización de la tetraciclina (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

- ***Fotodegradación***

En una solución acuosa mediante la aplicación de radiación UV y procesos de oxidación UV/H₂O₂: Los resultados obtenidos en investigaciones previas demuestran que las tasas de descomposición están vinculadas a la concentración inicial del antibiótico y al pH del medio. Cuando se emplea únicamente radiación UV en este enfoque, el proceso es notablemente lento. Sin embargo, al combinar radiación UV con el agente oxidante H₂O₂ (UV/H₂O₂), se logra una descomposición más rápida de la tetraciclina, acompañada de una reducción en la concentración total de carbono orgánico y una disminución de la toxicidad de los productos de oxidación generados durante la degradación del compuesto (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

- ***Descomposición fotoquímica***

En agua utilizando un complejo hierro/oxalato: Al emplear luz UV-vis y un complejo formado por Fe(III)/oxalato, es factible lograr la completa degradación de la tetraciclina en tan solo 15 minutos de tratamiento. Sin embargo, para que este proceso se lleve a cabo con éxito, es esencial controlar factores como la fuente de iluminación, la proporción de Fe/oxalato y el nivel de pH.

- ***Exposición a un haz de electrones***

Este experimento se realizó utilizando una muestra de estiércol porcino como sustrato. Los resultados obtenidos en términos de la eficiencia de descomposición de la tetraciclina fueron los siguientes: 42.77 % de degradación a una dosis de 1 kGy, 64.20 % a 3 kGy, 77.83 % a 5 kGy y 90.50 % a 10 kGy (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

1.3.8. Metabolismo

Las tetraciclinas ofrecen la posibilidad de inhibir la actividad de las metaloproteasas de matriz (MMPs). Estas MMPs se encuentran en tumores, metástasis y procesos inflamatorios. Diversas investigaciones han demostrado que los derivados de las tetraciclinas pueden efectivamente frenar la actividad de ciertas MMPs, aunque no todas. Por tanto, se perfilan como una opción para la supresión de metástasis y, de manera destacada, en la regulación de la angiogénesis. Aunque aún no se comprenden completamente los mecanismos precisos mediante los cuales las tetraciclinas influyen en la angiogénesis, sus efectos han sido corroborados, lo que sugiere su potencial aplicación en el tratamiento del cáncer. Otra característica relevante de las tetraciclinas es su capacidad para reducir la inflamación en diversas afecciones neurológicas, óseas, cardíacas, respiratorias, entre otras (Wikipedia, 6 de agosto de 2023).

1.4. Oxitetraciclina

1.4.1. Definición

La oxitetraciclina, que pertenece al grupo de las tetraciclinas, es un antibiótico de amplio espectro utilizado en apicultura en su forma de Clorhidrato. Uno de los nombres comerciales más reconocidos es Terramicina® (fabricada por Pfizer). En la terminología utilizada por los apicultores, se le conoce como Oxytrax. Este medicamento se presenta en forma de polvo cristalino, soluble tanto en agua como en solventes orgánicos. Se encuentra disponible en concentraciones del 5,5 % y el 6 %. La dosis aplicada en las colmenas oscila entre 1,2 y 1,25 gramos. A esta concentración, la actividad antibiótica desaparece en un plazo de 4 semanas. Sin embargo, en concentraciones superiores a 1,4 gramos por colmena, podría resultar perjudicial para las abejas (Wikipedia, 9 de febrero de 2023).

La oxitetraciclina se administra en forma de jarabe, polvo o pasta medicamentosa. En el caso del jarabe, se disuelven 1,2 a 1,25 gramos de oxitetraciclina en el jarabe.

Algunos apicultores optan por humedecer las abejas con jarabe para que estas puedan limpiarse, mientras que otros lo colocan en un alimentador, siempre respetando la dosis adecuada (Wikipedia, 9 de febrero de 2023).

1.4.2. Detección de oxitetraciclina

Se han desarrollado diversos procedimientos para identificar la presencia de oxitetraciclina en la miel. Los primeros en emplearse fueron enfoques biológicos que cuantificaban la cantidad del antibiótico según el tamaño del área de inhibición bacteriana que se formaba al ponerlo en contacto con una cepa indicadora (Wikipedia, 9 de febrero de 2023).

Existe la opción de utilizar métodos inmunológicos para detectar residuos de antibióticos en la miel, pero estos requieren una mayor optimización y ajuste, ya que suelen generar un alto número de resultados falsos positivos. La cromatografía líquida de alta resolución ha contribuido a reducir los límites de detección, y en este contexto, el método de extracción de la molécula de interés de la matriz biológica donde se encuentra resulta crucial (Wikipedia, 9 de febrero de 2023).

Se han incorporado detectores más avanzados como la espectrometría de masas, lo que ha elevado el costo y la complejidad de estas técnicas (Wikipedia, 9 de febrero de 2023). En la actualidad, se emplean cromatógrafos líquidos de alto rendimiento, conocidos como HPLC (por sus siglas en inglés, High Performance Liquid Chromatography), con detectores UV para identificar la posible contaminación (Wikipedia, 9 de febrero de 2023).

1.4.3. Datos clínicos

Objetivo de uso, con especificación de las especies afectadas Tratamiento de infecciones provocadas por microorganismos sensibles a la oxitetraciclina en bovinos, porcinos, ovinos y caprinos. Para el ganado bovino: - Para infecciones respiratorias ocasionadas por *Histophilus somni*, - Para infecciones genitales, como la metritis producida por *Arcanobacterium pyogenes*. - Para infecciones en las extremidades, como las causadas por *Dichelobacter nodosus*, - Para otras infecciones, como la mastitis debida a *Staphylococcus aureus*. En ovinos y caprinos: - Para infecciones respiratorias ocasionadas por *Mannheimia haemolytica*.- Para infecciones genitales, como la metritis

producida por *Arcanobacterium pyogenes*. - Para infecciones en las extremidades, como las causadas por *Dermatophilus congolensis*. - Para otras infecciones, como la mastitis debida a *Staphylococcus aureus*, Aborto enzoótico provocado por *Chlamydia abortus*. En cerdos: - Para infecciones respiratorias ocasionadas por *Actinobacillus pleuropneumoniae*. - Para infecciones genitourinarias, como el síndrome MMA (Metritis-Mastitis-Agalaxia) causado por *Staphylococcus spp.* - Para otras infecciones, como la erisipela provocada por *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad [MSPSI], s.f.).

1.4.4. Contraindicaciones

Evite su uso en caso de tener conocimiento de una hipersensibilidad previa a las tetraciclinas o a cualquiera de los ingredientes adicionales. No aplique en animales que presenten problemas hepáticos o renales. No se recomienda en equinos, caninos ni felinos (MSPSI, s.f.).

1.4.5. Dosificaciones comunes con alta mortalidad

Para conejos y cobayos: 1,0 gramo por cada 5 kilogramos de peso corporal. Para aves: 5,0 gramos (equivalente a una cucharadita) por cada litro de agua. Para terneros y potrillos: 15,0 gramos (equivalentes a tres cucharaditas) por cada 45 kilogramos de peso. En el caso de ovinos y porcinos: 10,0 gramos (equivalente a dos cucharaditas) para tres corderos o cinco cerdos jóvenes.

1.5. Administración de antibióticos

1.5.1. Definición

La ruta de administración es el sitio por el cual se introduce un fármaco. Las distintas rutas de administración se categorizan según el método empleado o el órgano o tejido en el cual se busca tener efecto. La primera opción es la vía oral, que implica la introducción del medicamento en el sistema digestivo. La ruta parenteral, en contraste, requiere el uso de una aguja para la inyección a través de la piel, mientras que la vía rectal involucra la utilización de supositorios <https://salud.ccm.net/faq/17809-supositorio-definicion> o ciertas cremas (Pillou, 5 de enero de 2015).

1.5.2. Clasificación de las vías de administración

Medios o rutas mediante las cuales los medicamentos son introducidos en el organismo para lograr sus efectos, que incluyen: vía oral, tópica, ótica, parenteral, enteral,

epidural, intratecal, oftálmica, intradérmica, subcutánea, entre otras. A continuación, se proporcionan definiciones para cada una de ellas:

- a) **Vía oral:** Administración de fármacos a través de la boca para su absorción en el tracto gastrointestinal.
- b) **Vía sublingual y/o bucal:** Suministro de medicamentos para su absorción a través de la mucosa bucal.
- c) **Vía tópica:** Aplicación de medicamentos de manera externa y local para su absorción a través de la piel o mucosas. Puede llevarse a cabo mediante vías como la cutánea, oftálmica, ótica, respiratoria, vaginal y rectal.
- d) **Vía parenteral:** Método de administración de medicamentos mediante una penetración que alcanza diferentes niveles de profundidad en los tejidos. Las vías parenterales abarcan la inyección intradérmica (ID), subcutánea (SC), intramuscular (IM) e intravenosa (IV).
- e) **Vía subcutánea:** Corresponde a la inyección de sustancias hidrosolubles, generalmente de 0.5 a 2 ml, en el tejido conectivo laxo ubicado bajo la piel. Su empleo es habitual cuando se busca una absorción gradual de la medicación.
- f) **Vía intramuscular:** Se refiere a la inyección de soluciones en el tejido muscular, permitiendo la introducción de volúmenes de hasta 5 ml. La absorción es más rápida que la vía subcutánea.
- g) **Vía Intravenosa:** Consiste en la introducción directa al torrente sanguíneo de soluciones, fármacos o hemoderivados mediante una cánula o catéter intravenoso (Torres, 2015).

1.5.3. Vías de administración de medicamentos en animales

Existen diversas modalidades (vías) para suministrar medicamentos a los animales:

- ✓ **Inyección:** implica la introducción del producto en algún tejido del animal para permitir su absorción en el torrente sanguíneo y su distribución en todo el organismo.
- ✓ **Administración en el agua de bebida:** implica la adecuada dosificación del medicamento en el agua consumida por los animales. En esta forma de administración, es esencial calibrar con precisión los dispositivos dosificadores para garantizar que el agua contenga la dosis correcta.

- ✓ **Administración en el pienso:** implica la mezcla del medicamento con la comida que ingieren los animales.
- ✓ **Administración tópica:** consiste en aplicar el producto directamente en la zona o parte del cuerpo del animal a tratar (por ejemplo, pulverizar o esparcir polvos cicatrizantes en las heridas, aplicar una crema en la piel o en la glándula mamaria, administrar un producto en el útero, colocar unas gotas en los ojos o en la nariz).

1.5.4. Administración de antibióticos en cobayos

a) Administración oral

Por lo general los antibióticos orales vienen en presentación de suspensión. Se aplica mediante una jeringa ya que su medición se hace más fácil con esta, pues el antibiótico será vertido en la boca del cobayo lentamente, debido a su facilidad en su administración.

Pero debemos entender que esto causa daño a nivel del estómago y del tracto digestivo, pues el antibiótico suministrado ingresa directamente con la flora digestiva del animal afectando las bacterias “buenas” destruyéndolas y produciendo diferentes síntomas que puede llevar al deceso.

b) Inyecciones

Los antibióticos también pueden ser administrados mediante inyecciones siempre y cuando se conozca el método a realizar, por lo general estos antibióticos se administran de manera intramuscular, de preferencia en la zona del animal con tejido blando como son muslos y traseros, o la otra forma es realizarlo de forma subcutánea (bajo la piel)

Podemos concluir que esta administración de los antibióticos es mucho más recomendable ya que no daña la flora intestinal, por no tener contacto con el sistema digestivo del cobayo

1.6. Cobayos

1.6.1. Características generales del cuy

El cobayo es una especie nativa de las regiones de los Andes en América del Sur, abarcando territorios desde Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. En Bolivia, su cría se concentra en las áreas de los valles y las regiones de gran altitud (Rico y Rivas, 2004).

Debido a su naturaleza apacible, a menudo se crían como animales de compañía o para fines de investigación (Chauca, 1997).

Este mamífero roedor desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de bajos recursos. Debido a su capacidad para adaptarse a una variedad de condiciones climáticas, los cobayos se encuentran en regiones que van desde las zonas costeras hasta altitudes de 4500 metros sobre el nivel del mar, tanto en áreas frías como cálidas. Son herbívoros, tienen ciclos reproductivos cortos y su dieta se basa en recursos alimenticios que no compiten con la alimentación de otros animales tanto monogástricos como poligástricos (Chauca, 1997).

En Perú, se encuentran presentes dos variedades genéticas de cobayos: el tipo criollo y el mejorado. El cobayo criollo, también conocido como nativo, es de tamaño reducido, extremadamente resistente y no requiere una alimentación de alta calidad. Puede desarrollarse favorablemente en condiciones climáticas y de alimentación adversas, aunque su productividad mejora significativamente cuando se cría de manera técnica. Además, muestra un rendimiento productivo óptimo cuando se cruza con cobayos mejorados de líneas de desarrollo temprano. El cobayo mejorado es, en esencia, una versión mejorada genéticamente del cobayo criollo y se caracteriza por su madurez precoz como resultado de procesos de selección. En los países andinos, es conocido como cobayo peruano (Chauca, 1997).

En América Latina, la población de cobayos (*Cavia porcellus*) se estima en aproximadamente 35 millones, siendo Perú el principal productor con una población de 22 millones de cobayos, que se encuentran predominantemente en áreas desfavorecidas del país. Perú lidera tanto la producción como el consumo mundial de carne de cobayo. Debido a su bajo costo de producción en pequeñas explotaciones, la carne de cobayo ofrece un producto con un alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población peruana, al tiempo que aporta beneficios económicos a través de la comercialización del producto.

1.6.2. Orígenes del cuy

Los datos disponibles indican que el cobayo fue objeto de domesticación hace aproximadamente 2500 a 3600 años. En investigaciones realizadas en el templo del Cerro

Sechín en Perú, se descubrieron grandes acumulaciones de excrementos de cobayos que datan del primer período de la cultura Paracas, conocido como Cavernas (250 a 300 a.C.). Para el tercer período de esta cultura (1400 d.C.), prácticamente todas las viviendas contaban con un área designada para la cría de cobayos (Tallo, citado por Moreno, 1989). Se han identificado cerámicas relacionadas con los Moche y Vicus que reflejan la relevancia de este animal en la dieta de las personas. De manera análoga, se han recuperado restos de cobayos en sitios como Ancón, las ruinas de Huaycán, Cieneguilla y Mala. En estos lugares, se hallaron cráneos que presentaban características más alargadas y estrechas que los ejemplares actuales, con una forma abovedada y una estructura naso-frontal irregular similar a la del *Cavia aperea* (Huckinghaus, 1961). El descubrimiento de pieles y huesos de cobayos sepultados junto a restos humanos en tumbas de América del Sur constituye evidencia de la existencia y el aprovechamiento de esta especie en épocas precolombinas. Se cree que la carne de cobayo, junto con la de venado, fue consumida por los ejércitos conquistadores en Colombia (Pulgar, 1952).

1.6.3. Taxonomía

Dentro del sistema de clasificación zoológica, el cobayo como una especie se encuentra en la siguiente jerarquía taxonómica:

Phylum : Chordata
Subphylum : Vertebrata
Clase : Mammalia
Sub clase : Theria
Orden : Rodentia
Familia : Caviidae
Género : *Cavia*
Especie : *Cavia aperea porcellus*
Nombres comunes: Cuy, Cuis, cobayo, curi

Fuente: (Mejocuy, 1995).

1.6.4. Distribución y dispersión

El hábitat del cobayo es vasto y se extiende por muchas regiones. Se han identificado varios grupos en países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, el noroeste de Argentina y el norte de Chile, a lo largo de la cadena montañosa de los Andes. Es posible que la región que abarca Perú y Bolivia haya sido el centro original del

género *Cavia* (Cabrera, 1953). Estos roedores viven a altitudes inferiores a los 4500 metros sobre el nivel del mar y ocupan áreas costeras y zonas de selva alta. Además, el hábitat del cobayo silvestre, según la información zoológica, es aún más extenso. Se ha registrado desde América Central y el Caribe hasta el sur de Brasil, Uruguay y Paraguay en América del Sur. En Argentina, se han identificado tres especies que habitan en la región andina. (Cabrera, 1953; Pulgar, 1952).

1.6.5. Evolución del cuy mejorado

Después de llevar a cabo una selección durante 30 generaciones, se realizó una verificación de la línea de Cuyes Perú en un período de 15 generaciones en Ecuador, Colombia y Bolivia. A partir de 1986, como parte del proyecto Sistemas de Producción de Cuyes INIA-CIID, se comenzó a evaluar esta línea con productores, recopilando registros de más de 36,000 individuos seleccionados. Posteriormente, entre 2002 y 2004, se procedió a realizar validaciones en centros de investigación. En resumen, la línea se desarrolló a través de una selección continua con el objetivo de reducir la variabilidad genética y mantener grupos homogéneos de alto rendimiento (Chauca, 2004).

Se llaman cuyes mejorados a las líneas genéticas que han sido seleccionadas por sus características productivas de precoz reproducción y alta prolificidad. La selección se ha llevado a cabo a lo largo de más de 30 años en base a una dieta mixta (forraje + concentrado) que ha sido proporcionada a sus progenitores (Chauca, 1995).

Los mismos investigadores explican que las poblaciones de cuyes mejorados son el resultado de procesos de mejora genética principalmente realizados en Perú. Comenzando en 1966, el cuy criollo se convirtió en el punto de partida para las investigaciones realizadas por la Estación Experimental Agraria La Molina, INIA. En ese momento, los pesos promedio de la población base de 1966 no superaban los 400 g a los tres meses de edad. Sin embargo, después de cruzar machos mejorados con hembras criollas, lograron obtener crías de la primera generación que superaron a sus madres en más del 60%.

Las distintivas de la línea pura Perú son: su pelaje es corto, liso y adherido al cuerpo; las hembras entran en la fase de apareamiento a los 56 días con una tasa de fertilidad del 98%. Su gestación es de $68,4 \pm 0,43$ días, y su producción es de 0,85. El

peso promedio de las crías al nacer es de 175,5 g, mientras que al destete alcanzan un promedio de 326,3 g. Estos cuyes logran llegar a un kilogramo de peso a los 56 y 63 días de edad, con un incremento al día de 17 g por animal por día (Chauca, 2004).

1.6.6. Clasificación de los cuyes

Los cuyes destinados a la producción de carne se dividen en categorías específicas debido a la gran diversidad de animales que existen, considerando sus distintos tipos y variedades. A continuación, se explican los significados de estos y otros términos que están asociados con la cría de cuyes.

Categorización basada en: tipos, variedades, razas y líneas genéticas

- a) Tipos:** Conjunto de cuyes organizados en base a sus atributos externos (fenotipo o aspecto físico) que no necesariamente se heredan. Por lo general, estas características externas convencionales incluyen aspectos como el tipo de pelaje, el color del pelo, la estructura corporal y el color de los ojos, entre otros.
- b) Variedades:** Conjunto de cuyes agrupados según sus características productivas. Se definen en términos de productividad, considerando aspectos como el peso al destete, la tasa de crecimiento y el tamaño de la camada, entre otros.
- c) Razas:** Conjuntos de animales genéticamente distintos en los cuales se han estabilizado o fijado los valores promedio y la variabilidad de una característica particular. En el caso de los animales de carne, esta característica se refiere a aspectos productivos como la precocidad y la prolificidad, lo que significa que estas estirpes representan de manera resumida "variedades confirmadas como estables".
- d) Linajes o líneas:** Clasificación de los cuyes según su nivel de parentesco, este término es más aplicable en cuyes de laboratorio (Ramos, 2014).

Según lo mencionado previamente, es fundamental destacar que, en el caso de los cuyes, aún no se han establecido razas en el Perú ni en ninguna otra parte del mundo. Esto se debe a la falta de registros continuos para la fijación de características productivas y también a la ausencia de procesos estándar para la formación de razas (protocolos). Por protocolo, nos referimos a una serie de pasos, al menos parcialmente similares a los que se siguen en otras especies. Esto incluye, por ejemplo, verificar la estabilidad productiva

a lo largo de varias generaciones mediante la evaluación de una o más instituciones científicas independientes de la que representa la supuesta raza, establecer un estándar racial, mantener un registro genealógico (pedigrí), realizar análisis de ADN, marcadores moleculares u otros métodos similares, y contar con uno o más programas de multiplicación debidamente registrados, entre otros (Sarria, 2011).

1.6.7. Otras clasificaciones

Tabla 1.5

Clasificación según su conformación

Tipo A (cajamarquino)	Tipo B (Arequipeño)
<ul style="list-style-type: none"> • Cabeza redonda • Orejas grandes y caídas • Ojos del mismo tamaño • Menos nerviosa • Mayor producción de carne 	<ul style="list-style-type: none"> • Cabeza triangular o puntiaguda • Orejas pequeñas y erectas • Menor producción de carne

Tabla 1.6

Clasificación según su conformación

Conformación	Características
1. Lacio	Todo el pelo va a una misma dirección
2. Crespo	Los pelos van a diferentes direcciones
3. Landoso	
4.1. L. Crespo	En la parte anterior
4.2. L. Entero	En la parte posterior
4. Erizo	Son de pelos erectos y de mejor carne

Tabla 1.7

Líneas y color

Líneas	Color
Perú	Rojo y blanco
Andino	Blanco entero
Inti	Bayo con blanco

Tabla 1.8

Variedades y características

Variedades	Características
Inka	Polidactilia
Wanka	Bayo entero
Mantaro	Rojo entero
Nativo	Variedades de color (negro)

Nota. Fuente: Ramos (2014)

Figura 1.2

Línea Perú: Rojo y blanco

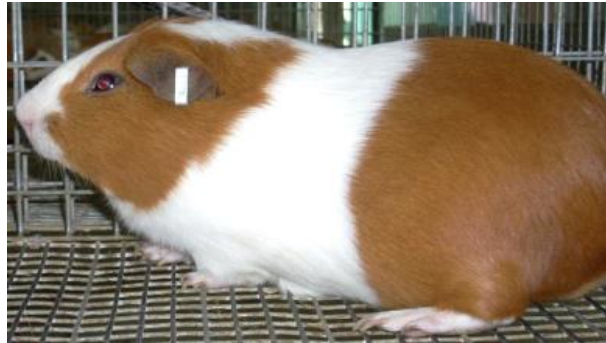


Figura 1.3

Línea inti: Blanco y bayo



Figura 1.4

Línea andina: Blanco entero



Figura 1.5

Tipo 1: Pelo corto, lacio y pegado al cuerpo



Figura 1.6

Tipo 2: Pelo corto con rosetas en diferentes



Figura 1.7

Tipo 3: Pelo largo que puede ser lacio o crespo



Figura 1.8

Tipo 4: Pelo erizado, llamadas también “merinos”



Figura 1.9

TIPO A: Cuerpo redondeado, cabeza grande. redondeado y orejas



Figura 1.10

TIPO B: Cuerpo alargado o anguloso, cabeza pequeña y triangular



1.6.8. Relación con el hombre

La domesticación de los cuyes para el consumo humano comenzó hace unos 7000 años en los Andes Centrales, específicamente en el departamento de Junín, Perú, en la misma región donde también se domesticaron las alpacas (Callañaupa, P. 2001). A lo largo de la historia, las comunidades andinas han criado cuyes para obtener carne y, en algunas regiones, utilizaron su piel para fabricar ropa. Un ejemplo destacado de esto se observa en la sierra ecuatoriana y en la zona andina del Departamento de Nariño en Colombia. En los países andinos, existe una población estable de aproximadamente 35 millones de cuyes. Perú es el líder en consumo y población de cuyes, con un consumo anual que supera los 65 millones de ejemplares, criados principalmente en sistemas de producción familiar, con una población estimada de 22 millones de animales. En Ecuador, la población estimada para consumo propio es de 15 millones de cuyes, cifra considerablemente menor que la producción comercial que se estima en 50 millones. Además de su utilidad como fuente de alimento, los cuyes también se crían como mascotas (Acha y Szyfres, 2003).

Uso en investigación

El cuy es un animal ampliamente utilizado en investigaciones biomédicas, y por esta razón, el término "cuy" o "conejillo de Indias" se usa comúnmente como sinónimo de sujeto de experimentación. (Acha y Szyfres, 2003).

Como mascota

En la actualidad, cada vez se cría más como una compañía, especialmente en hogares con niños pequeños. En este sentido, la preferencia recae en el tipo de cuy

conocido como "cuy de tipo 3", que son aquellos cuyes de pelo largo y liso llamados "cuyes de Angora". (Acha y Szyfres, 2003).

1.6.9. Morfología

La estructura de su cuerpo es alargada y recubierta de pelo desde su nacimiento. Los machos experimentan un mayor desarrollo en comparación con las hembras, y debido a su forma de moverse y la ubicación de los testículos, no es posible diferenciar el sexo sin manipular y examinar los órganos genitales. Los machos adultos desarrollan una joroba. A continuación, se detallan las partes anatómicas de los cuyes.

Cabeza

Relativamente grande en relación con su tamaño corporal, presenta una forma cónica y su longitud varía según el tipo de cuy. Generalmente, las orejas son caídas, aunque algunos ejemplares tienen las orejas erguidas, que son más pequeñas y casi sin pelo, pero bien irrigadas.

Los ojos son redondos y vivaces, con colores que varían desde negro hasta rojo, y se presentan en distintas tonalidades de claro a oscuro. El hocico es de forma cónica y cuenta con fosas nasales y orificios pequeños. El labio superior está dividido, mientras que el labio inferior es completo. Sus incisivos son alargados y curvados hacia adentro, creciendo constantemente, y carecen de caninos, teniendo molares anchos. El maxilar inferior presenta apófisis que se extienden hacia atrás hasta la altura del axis. Su fórmula dentaria es la siguiente: I(1/1), C(0/0), PM(1/1), M(3/3) = Total 20 (Zaldívar, 1976).

Cuello

Robusto, musculoso y adecuadamente conectado al cuerpo, compuesto por siete vértebras, incluyendo un atlas y un axis bien desarrollados (Zaldívar, 1976).

Tronco

Presenta una forma cilíndrica y consta de 13 vértebras dorsales que sostienen un par de costillas que se articulan con el esternón, siendo las tres últimas costillas flotantes.

Abdomen

Fundamentado anatómicamente en 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad.

Extremidades

En términos generales, son cortas, siendo las patas traseras más largas que las delanteras. Ambas extremidades finalizan en dedos, equipados con uñas cortas en las patas delanteras y uñas grandes y gruesas en las traseras. El número de dedos varía, siendo tres en las patas traseras y cuatro en las patas delanteras. Siempre hay igual o más dedos en las patas delanteras que en las traseras. Las cañas de las patas traseras son callosas y robustas, ya que las utilizan para levantarse (Zaldívar, 1976).

Intestino delgado

Se trata de un largo tubo enrollado y adherido a la pared abdominal con una longitud de 205 cm, que inicia en el píloro y finaliza en el ciego. El intestino se divide en tres segmentos: Duodeno, yeyuno e íleon (Huamán, 2007).

Intestino grueso

Este se extiende desde el punto de entrada ileocecal hasta el ano, teniendo una longitud de 170 cm. Se divide en tres secciones distintas:

Ciego: Constituye la primera parte del intestino grueso y mide aproximadamente 15 cm de largo por 7 cm de diámetro. Este órgano es de gran tamaño y tiene la capacidad de procesar cantidades significativas de fibra, lo que lo convierte en una eficiente fábrica de carne que requiere una mínima cantidad de concentrado para equilibrar su dieta.

Colon: Se extiende desde el ciego hasta el recto y su función principal es transportar los desechos orgánicos.

Recto y ano: Representan la conclusión del sistema digestivo del cuy (Huamán, 2007).

Hígado

Ubicado en la cavidad abdominal, este órgano tiene un color rojo oscuro y pesa alrededor de 24 gramos, compuesto por cinco lóbulos y cuenta con la presencia de la vesícula biliar, situada en la parte posterior del hígado (Huamán, 2007).

1.6.10. Fisiología digestiva

El cuy se encuentra clasificado en términos de su anatomía gastrointestinal como un fermentador cecal posterior al estómago (FPGC), debido a la presencia de microorganismos en el ciego (Van Soest, 1992 citado en Gómez y Vergara, 1995).

De acuerdo con Chauca (1995) y Sakaguchi (2003), el proceso digestivo del cuy comienza en la boca, donde la masticación fragmenta el alimento en pequeñas porciones que se combinan con la saliva. El bolo alimenticio luego atraviesa la faringe y el esófago antes de llegar al estómago. El cuy posee un estómago simple donde el alimento ingerido se almacena después de una parcial digestión mediante el ácido clorhídrico y las enzimas gástricas como la pepsina, amilasa y lipasa. Posteriormente, este material se desplaza al duodeno, donde continúa la digestión enzimática gracias a las secreciones entéricas, pancreáticas y biliares. Además, en esta etapa se lleva a cabo la absorción de los componentes digeridos a través de la pared del intestino delgado (ID), incluyendo azúcares, aminoácidos, grasas, algunas vitaminas y minerales. Los restos no digeridos pasan luego a las siguientes secciones del ID. El proceso desde el estómago hasta el ID toma aproximadamente dos horas, lo que es más rápido en comparación con los conejos. En consecuencia, se puede afirmar que el cuy, en comparación con los conejos, digiere un 4-19 % menos de lípidos y proteínas (Rigoni et al., 1993).

Una vez que la comida alcanza el ciego desde el ID, se establece un patrón de movimiento de la sustancia digerida a través del intestino grueso que se caracteriza por la retención no discriminativa de líquidos y partículas gruesas. En los roedores cavimorfos, como el cuy, no se realiza la separación entre los fragmentos de mayor tamaño y los fluidos presentes en la sustancia digerida una vez que llega al ciego. Este fenómeno podría, en parte, explicar la mayor eficiencia en la digestión y aprovechamiento de la fibra por parte de los cuyes en comparación con los conejos. Estos últimos presentan un patrón de retención de la sustancia digerida altamente selectivo, donde se segregan las partículas más finas de las más gruesas. Las partículas gruesas continúan hacia el recto para convertirse exclusivamente en excremento (Sakaguchi, 2003).

El cuy es un herbívoro con un solo compartimento en su sistema digestivo. Inicia la digestión en su estómago y lleva a cabo la fermentación bacteriana en su ciego funcional. La actividad en su ciego puede aumentar o disminuir según lo que coman. Este animal practica la cecotrofia para reciclar el nitrógeno, lo que beneficia su rendimiento con dietas bajas o medianas en proteínas. Desde una perspectiva anatómica, el cuy se clasifica como un animal con fermentación posgástrica y un alto grado de fermentación cecal. Rico (2000) explica que el cuy produce dos tipos de bolitas: cecótrofos, que son heces blandas, ricas en nitrógeno, minerales, vitaminas y ácidos grasos volátiles, y heces

duras, que se excretan. Aproximadamente, un tercio del total de las heces son cecótrofos, aunque esta cantidad puede variar según el individuo, la edad y la dieta (Chauca, 1997).

1.6.11. La microflora intestinal

Diversos estudios han confirmado que las bacterias constituyen la parte principal de la flora intestinal en los cuyes (Gouet y Fonty, 1979; Boulharouf et al., 1991). Más recientemente, se ha realizado la detección y cuantificación de la población microbiana mediante la hibridación con rRNA 16 S utilizando sondas de oligonucleótidos (Bennegadi et al., 2003). Además de las bacterias, se ha informado sobre la presencia de levaduras, como *Saccharomyces guttulaat* (Peeters, 1987), y protozoos (Forsythe y Parker, 1985).

1.6.12. Sistemas de crianza

Se han identificado tres niveles distintos de producción, cada uno con una función específica en el contexto de la unidad productiva. Los sistemas de crianza reconocidos son el familiar, el familiar-comercial (semi-intensivo) y el comercial (intensivo). En las zonas rurales, los productores de cuyes han evolucionado a lo largo del tiempo, transitando a través de estos tres sistemas (Chauca, 1997; Villanueva, 2001).

a) Crianza familiar

La crianza a nivel familiar es el sistema más comúnmente utilizado en el Perú y está presente en el 93,1% de los productores (Chauca, 1994). En este sistema, los cuyes criollos son la población predominante. Estos animales se caracterizan por ser pequeños, resistentes y no exigentes en cuanto a la calidad del alimento. Tienen la capacidad de desarrollarse adecuadamente incluso en condiciones climáticas y de alimentación desfavorables, aunque su ganancia de peso es relativamente baja, alcanzando un promedio de 3,2 g por día (Ministerio de Agricultura, 2003).

El sistema se desarrolla utilizando los recursos y la mano de obra disponibles en el propio hogar. Las mujeres y los niños son los responsables del cuidado de los cuyes. De acuerdo con Chauca (1995), en este sistema, el 44,6% de los productores crían cuyes exclusivamente para su propio consumo, mientras que otros (49,6%) los comercializan cuando tienen excedentes para generar ingresos. Los alimentos utilizados suelen ser malezas y restos de cosechas y cocina. En las zonas de montaña, la crianza de cuyes se lleva a cabo en la cocina, donde el calor de la estufa los protege de las fluctuaciones de

temperatura de la región. En otras áreas, se construyen pequeñas instalaciones cerca de las viviendas y se aprovechan eficientemente los recursos disponibles en la finca (Chauca, 1995).

El manejo de los animales se lleva a cabo de manera muy básica. Los cuyes se mantienen juntos en un solo grupo sin tener en cuenta su género o edad. Esto resulta en poblaciones con un alto nivel de parentesco y una alta tasa de mortalidad de crías (38%), principalmente debido a que los animales adultos aplastan a las crías. Otra característica de este sistema es que se lleva a cabo una selección negativa de los reproductores, ya que es común sacrificar o vender los cuyes más grandes (Chauca, 1995). Este tipo de crianza se caracteriza por tener bajos niveles de producción y reproducción, que se deben a la falta de conocimiento sobre las prácticas básicas de manejo, la presencia de instalaciones inadecuadas, una alimentación deficiente, la ausencia de programas sanitarios, la falta de destete y la reproducción temprana y frecuente, así como a un alto grado de parentesco entre los animales (Caycedo, 1981).

b) Crianza familiar-comercial

El 6,8 % de los productores opta por este sistema (Chauca, 1994). En este enfoque, los cuyes criollos se cruzan con líneas precoces como Perú e Inti, lo que resulta en animales que pueden comercializarse a las 9 semanas de edad, con un aumento diario de peso de 5,06 g (Ministerio de Agricultura, 2003). Este tipo de crianza evoluciona a partir de una estructura de crianza familiar organizada y se encuentra en las zonas rurales cercanas a las ciudades, lo que facilita la comercialización. Las infraestructuras de transporte permiten el acceso al mercado, lo que facilita la venta de cuyes o la entrada de intermediarios, aunque esta última opción no siempre es la más favorable debido a los precios bajos que suelen ofrecer (Chauca, 1997).

En este sistema, generalmente se mantiene un grupo de más de 100 animales, aunque rara vez se superan los 500 ejemplares. Se aplican técnicas de crianza más avanzadas. La dieta se compone principalmente de subproductos agrícolas, pasto cultivado y ocasionalmente se complementa con alimentos equilibrados. Se aplica un control sanitario más riguroso (Chauca, 1995). Las infraestructuras para la cría se construyen utilizando materiales disponibles en la región. Todos los animales se alojan en un solo galpón, organizados según su edad, género y categoría. La producción de

forraje se integra en la granja, lo que requiere una mayor mano de obra para cuidar a los animales y mantener los pastos (Chauca, 1997).

c) Crianza comercial

El sistema es adoptado por el 0,1% de los productores (Chauca, 1994) y se encuentra principalmente en valles próximos a zonas urbanas. Por lo general, es la actividad principal de una empresa agropecuaria. Se caracteriza por su alta eficiencia y el uso de tecnología avanzada. Los empadres se llevan a cabo a una edad temprana (10 semanas), y los destetes son realizados de manera precoz (máximo dos semanas de edad). Se implementan dispositivos como comederos tipo tolva, bebederos automáticos, cercas adecuadas y sistemas de calefacción en épocas frías. La granja dispone de áreas destinadas al cultivo de forraje y también utiliza subproductos agrícolas. Gracias a una gestión efectiva, se obtienen tasas de fertilidad y prolificidad superiores, lo que se traduce en una menor tasa de mortalidad. Los productores se esfuerzan por emplear cuyes de líneas selectas, que son precoces, prolíficas y eficientes en la conversión de alimentos. Se anticipa que la expansión de este sistema contribuirá a aumentar la disponibilidad de carne de cuy en áreas urbanas donde actualmente es escasa (Chauca, 1995).

1.6.13. Nutrición y alimentación de cobayos

La alimentación implica seleccionar y combinar los nutrientes de los alimentos de manera eficiente desde una perspectiva económica y nutricional (Rico y Rivas 2004). En sistemas de alimentación para la crianza comercial, la elección depende de la disponibilidad y el costo del alimento, así como de la robustez de la especie. El cuy, dada su rusticidad, puede ser alimentado de diversas maneras, ya sea como herbívoro exclusivo o con suplementos, lo que lo hace versátil en términos de alimentación. La disponibilidad de forraje es crucial y puede variar según la ubicación geográfica, la estacionalidad y la disponibilidad de áreas agrícolas para el cultivo (Jiménez, 2007).

A continuación, se presentan las siguientes opciones de alimentación: forraje fresco, concentrado junto con forraje fresco y solo concentrado con suplemento de vitamina C.

- ✓ **Forraje fresco como fuente de alimentación:** El cuy, siendo un herbívoro por naturaleza, posee adaptaciones fisiológicas que le permiten consumir una amplia gama de pastos, incluyendo alfalfa, maíz forrajero (chala), pasto

elefante, Kudzu, y otros. Por lo general, su ingesta promedio representa aproximadamente el 30 % de su peso corporal (Vivas y Carballo, 2009). En sus primeros días de vida, un gazapo puede ingerir hasta 100 gramos de forraje fresco, y este consumo puede duplicarse hacia la cuarta semana. En el caso de los adultos, el consumo oscila entre 350 y 500 gramos, aunque el crecimiento es más lento en comparación con dietas que incluyen suplementos (alimentación mixta). Se recomienda ofrecer forraje fresco al menos dos veces al día, con una cantidad mínima de 350 gramos por animal por día (Caycedo, 2000).

- ✓ **Concentrado con forraje fresco suplementario:** La estrategia de suplementación implica la introducción de un alimento equilibrado compuesto por granos o subproductos industriales. Este enfoque ayuda a contrarrestar la escasez de forraje que puede deberse a su disponibilidad estacional. Según Caycedo (2000), aunque el cuy es capaz de prosperar con el forraje como su única fuente de alimento, en el ámbito comercial es fundamental proporcionar una dieta con un alto contenido proteico y fibroso, superando incluso los requerimientos de aves y cerdos. Esto asegura un adecuado funcionamiento del sistema digestivo del cuy y mejora su capacidad para descomponer la celulosa y hemicelulosa gracias a la acción de la flora microbiana. En general, se considera aceptable un consumo diario de 40 gramos de alimento concentrado por animal durante la gestación, junto con 250 gramos de forraje fresco (Sarria, 2011).

- ✓ **Alimentación basada en concentrados sin forraje verde:** Los concentrados son una opción valiosa en regiones con escasez de forraje o costos elevados asociados a este. Dentro de las variantes de alimento concentrado, encontramos presentaciones en forma de pellets y harinas. Se recomienda el uso de pellets para minimizar las pérdidas durante la alimentación en comparación con las harinas. Además, se ha observado que el consumo de materia seca en dietas peletizadas es menor (1448 g de MS en la etapa de crecimiento) en comparación con las dietas en harina (1606 g). Este mayor consumo de alimento debido al tipo de presentación puede afectar la eficiencia en la conversión alimenticia. Para mantener una dieta de calidad, es esencial que

contenga entre un 9 y un 18 por ciento de fibra, sin descuidar la provisión regular de vitamina C, que puede suministrarse tanto a través del alimento como del agua (Chauca, 2001).

1.6.14. Nutrición básica de cobayos

Al igual que en otras especies, los cobayos requieren una serie de nutrientes esenciales, que incluyen agua, proteínas (aminoácidos), fibras, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Estos requerimientos varían según la edad, el estado fisiológico, el genotipo y el entorno en el que se crían. Es importante recalibrar las recomendaciones de nutrientes para los cobayos en crecimiento, ya que las pautas del Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRC, 1995) se centran principalmente en los cobayos de laboratorio y mascotas, que no se crían para consumo en esas áreas geográficas. En la Tabla 1.9, se presentan las pautas nutricionales para cobayos en diversas etapas fisiológicas. Se observa que los niveles de proteínas y calcio son más altos durante la gestación y la lactancia, disminuyendo a medida que envejecen, siendo más bajos para aquellos destinados al engorde, que requieren un mayor aporte energético en comparación con la proteína (Castro y Chirinos, 1997).

Tabla 1.9

Requerimientos nutricionales general del cuy

Nutrientes	Concentración de la dieta
Energía digestible (Mcal/kg)	3.0
Proteína (%)	18.0
Fibra (%)	15.0
Aminoácidos (%)	
Lisina	0.8
Metionina	0.4
Metionina + cistina	0.6
Arginina	1.2
Treonina	0.6
Tritófano	0.2
Minerales (%)	
Calcio	0.8
Fosforo	0.4
Sodio	0.2
Vitaminas (%)	
Vitamina C (mg/100g)	20.0

Nota. Fuente: National Research Council (1995).

Tabla 1.10*Requerimientos nutricionales de los cuyes por etapa*

Nutriente	Unidad	Etapas		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18-22	13-18
ED ¹	Kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1,4	1,4	0,8-1,0
Fosforo	%	0,8	0,8	0,4-0,7
Magnesio	%	0,1 – 0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Potasio	%	0,5 – 1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	mg	200	200	200

Nota. Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals (1995) y Caicedo (1992).

Tabla 1.11*Estándares nutricionales para cuyes mejorados explotados en régimen intensivo (*)*

Nutriente	Etapas			
	Inicio	Crecimiento	Acabado	Gestac./lactac.
Energía digestible (Mcal/kg)	3.0	2.8	2.7	2.9
Proteína (%)	20.0	18.0	17.0	19.0
Fibra (%)	6.0	8.0	10.02.2024	12.0
Lisina (%)	0.9	0.8	0.8	0.9
Metionina (%)	0.4	0.4	0.3	0.4
Metionina + cistina (%)	0.8	0.7	0.7	0.8
Arginina (%)	1.3	1.2	1.1	1.2
Treonina (%)	0.8	0.7	0.7	0.8
Tritófano (%)	0.2	0.2	0.2	0.2
Calcio	0.8	0.8	0.8	0.8
Fosforo	0.4	0.4	0.4	0.4
Sodio	0.2	0.2	0.2	0.2
Vitamina C (mg/100g)	30.0	20.0	20.0	20.0

Nota. Fuente: (Vergara, 2008). (*) Inicio (1-28), Crecimiento (29-63 días), Acabado (64-84 días).

1.6.15. Salud de cobayos

La gestión de salud implica aplicar medidas para preservar la salud de los animales y optimizar las condiciones del entorno. Es esencial para garantizar una cría exitosa al minimizar enfermedades (Holting, 1995). En cualquier instalación de producción, la salud desempeña un papel crucial en la eficiencia. A medida que los sistemas de producción se vuelven más intensivos, pueden surgir problemas de salud debido al aumento en la densidad animal o cambios en la dieta. Afortunadamente, los productores tienen herramientas para la prevención y el control de enfermedades con asesoramiento profesional (INIA, 2001).

Manejo sanitario de las instalaciones y equipo

El aspecto del manejo abarca actividades desde la planificación de instalaciones, considerando factores críticos como ubicación, diseño, material y acabado para mayor funcionalidad y bienestar animal. Las instalaciones deben proteger a los cuyes del clima y posibles amenazas. Esto incluye galpones y pozas, que son cruciales para la crianza de cuyes, considerando factores como iluminación, temperatura, humedad y ventilación, así como la eliminación segura de gases tóxicos (Morales, 2013). Cualquier desviación de estos factores puede aumentar el riesgo de brotes infecciosos en los cuyes, por lo que se requiere supervisión constante y asesoramiento de personal técnico calificado (Zaldívar et al., 1976; Morales, 2013).

Para construir galpones y pozas, es preferible utilizar materiales de calidad que permitan realizar tareas de limpieza y desinfección regularmente, evitando la acumulación y propagación de microorganismos dañinos. El hacinamiento en cuyes aumenta la humedad y la mortalidad a una edad temprana. Además, cambios abruptos de temperatura debido a ventilación excesiva, manejo deficiente de cortinas o corrientes de aire pueden perjudicar la salud de los animales. La bioseguridad implica controlar tanto los factores ambientales como los relacionados con los animales, como la suplementación de minerales y vitaminas, inmunidad estimulante, control de vectores y la implementación de programas preventivos y de control de enfermedades (CEA, 2001; Morales et al., 2007).

Hacinamiento

La disponibilidad de espacio en la producción pecuaria es esencial y su carencia puede causar estrés en los animales, perturbando sus actividades normales como alimentarse, moverse, reproducirse y descansar, lo que a su vez afecta su rendimiento productivo y reproductivo. Aunque los estudios sobre los requisitos de espacio para los cuyes se remontan a los años setenta, el mejoramiento genético actual ha llevado a cuyes más grandes y pesados, lo que sugiere la necesidad de un mayor espacio vital (Gil, 2007; Morales, 2013).

Según una investigación realizada en el IVITA-Mantaro, se determinó que se necesita un espacio vital de 0.16 m² por cuy para machos en crecimiento, 0.14 m² por cuy para hembras en crecimiento, 0.18 m² por cuy para machos en engorde y 0.28 m² por cuy para animales en reproducción (Cáceres et al., 2004). El manejo inadecuado de esta área

impacta negativamente en la salud de los animales, aumentando su susceptibilidad a enfermedades y permitiendo que los microorganismos latentes se vuelvan oportunistas y más virulentos.

1.6.16. Enfermedades y control

Las enfermedades en los cuyes representan un gran desafío para los criadores, ya que su origen y prevención suelen ser desconocidos. La falta de higiene en los espacios donde se ubican es una de las principales causas de enfermedades. Es crucial mantener instalaciones limpias y llevar a cabo desinfecciones de manera regular, que pueden ser diarias, semanales o mensuales. La alimentación deficiente también aumenta la susceptibilidad de los cuyes a las enfermedades. Una nutrición adecuada proporciona los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable y robusto. Los alimentos deben ser frescos y no estar contaminados (Rico y Rivas, 2003). Para mantener la salud de los cuyes y prevenir enfermedades, se deben seguir los siguientes pasos:

- Proporcionar una alimentación adecuada.
- Realizar limpieza periódica de las pozas, retirando el estiércol y cambiando la cama cada 15 días.
- Prevenir la presencia de ratas y otros animales en pozas y almacenes de alimentos.
- Cuando se adquieran nuevos cuyes, es importante someterlos a un período de cuarentena de 8 días para observar su comportamiento.
- Un cuy en buen estado de salud se caracteriza por su alegría, pelaje brillante, buen desarrollo y apetito.
- Los signos de enfermedad en un cuy incluyen aislamiento, letargo, anorexia, erizamiento del pelo, distensión abdominal, diarrea y pérdida de peso rápida.
- En caso de enfermedad, es esencial aislar al cuy enfermo de los demás para evitar la propagación de la enfermedad.

1.7. Semiología y propedéutica

1.7.1. Semiología

La semiología, derivada del término griego "semeion" que significa signo o síntoma, junto con "logos" que denota conocimiento, constituye la disciplina que se enfoca en el estudio de los síntomas y signos como manifestaciones de enfermedades (Brejov, 2016). Esta rama de la Patología se dedica a analizar los procedimientos del

examen clínico, explorar los síntomas, explicar sus mecanismos y determinar sus valores, recopilando así los elementos esenciales para la elaboración del diagnóstico y la formulación del pronóstico. En términos generales, la semiología abarca:

a) Semiología

La Semiología, que comprende el estudio de los síntomas, la habilidad en la exploración y la enseñanza sobre el examen de pacientes, se divide en varias categorías:

- **Física:** Se enfoca en el examen físico de los órganos a través de métodos como la palpación, percusión y auscultación.
- **Funcional:** Se dedica al estudio de las alteraciones en la función de los órganos utilizando registros gráficos como el electrocardiograma.
- **Experimental o Iatrogénica:** Implica la inducción deliberada de modificaciones experimentales para llegar a conclusiones diagnósticas. Por ejemplo, la administración de Borogluconato de Calcio al 50% a una vaca "caída" para confirmar o descartar hipocalcemia (Rimbaud, 2004)

b) Clínica propedéutica

Consolida y analiza la información recopilada por la Semiología para establecer los fundamentos del diagnóstico y el pronóstico.

c) Semiogénesis

Busca comprender cómo se originan los signos y síntomas.

1.7.2. Síntoma

Todo fenómeno inusual, tanto en lo orgánico como en lo funcional, que evidencia la presencia de enfermedades. Ejemplos de estos fenómenos pueden ser la tos o la claudicación.

Los síntomas pueden ser de diferentes tipos:

- **Objetivos,** Aquellos que se pueden observar directamente, como la tos o los soplos cardíacos.
- **Subjetivos,** Se detectan a través de cambios en la postura o el movimiento del animal, indicativos de dolor (por ejemplo, una postura encorvada debido al dolor abdominal).

- **Anatómicos o físicos,** Son aquellos que se manifiestan a través de alteraciones en la forma, ubicación o tamaño de los tejidos u órganos, como la hepatomegalia o el timpanismo.
- **Funcionales,** Estos síntomas se evidencian mediante cambios en la función de los órganos, como la diarrea.
- **Reflejos,** Resultan de la estimulación del sistema nervioso y también pueden considerarse síntomas funcionales, como el reflejo corneal.

En ocasiones, los síntomas observados durante el examen clínico pueden ser típicos de una enfermedad específica y se les llama patognomónicos. No obstante, esta afirmación es relativa, ya que no existen síntomas absolutamente característicos de una sola enfermedad. Relying en un solo síntoma para diagnosticar es arriesgado y puede llevar a errores graves. La mayoría de los diagnósticos erróneos se deben a la falta de conocimiento del clínico y a la prisa por hacer un diagnóstico sin realizar un examen completo y minucioso. Además, lo que antes se consideraba patognomónico a menudo se ha descubierto que en realidad está asociado con un grupo de enfermedades diferentes, aunque aún pueden proporcionar pistas valiosas para el diagnóstico (Rimbaud, 2004).

1.7.3. Signo clínico

Un Signo clínico es la interpretación que hace el médico de un síntoma que ha observado. Funciona como parte del razonamiento clínico. Para el clínico, un soplo cardíaco puede indicar una insuficiencia valvular. Siempre es posible que un síntoma sea considerado un signo clínico, pero no todos los signos clínicos son síntomas, ya que un signo puede ser algo identificado externamente al paciente, como el entorno en el que se encuentra, las características individuales, etc.

1.7.4. Síndrome

Un síndrome se define como un grupo de síntomas que se presentan simultáneamente en diversas enfermedades y no son específicos de ninguna de ellas. La fiebre, por ejemplo, es un síndrome que puede manifestarse en el carbunco, la piometra, la aftosa, entre otras. Su presencia señala una disfunción en los mecanismos de regulación de la temperatura corporal. De manera similar, la ictericia se considera un síndrome y no una enfermedad en sí misma. Indica desórdenes en el metabolismo de los pigmentos biliares (Rimbaud, 2004).

1.7.5. Diagnóstico

El diagnóstico, esencial en la práctica médica, implica la identificación y confirmación de la enfermedad y proviene del griego "conocer a través". Existen distintos tipos de diagnóstico:

- **Clínico**, que establece la enfermedad que presenta el paciente, como la neumonía.
- **Anatómico**, que detalla la ubicación y tipo de lesión, como una fractura de fémur o una disfunción de la válvula mitral.
- **Funcional**, que evalúa la función de los órganos, como en las enfermedades renales, que se manifiestan a través de síntomas como oliguria o poliuria.
- **Etiológico**, que identifica la causa subyacente, como la rabia, causada por el virus rábico (Rimbaud, 2004).

En ausencia de condiciones ideales, el clínico puede realizar un diagnóstico provisional conocido como diagnóstico presuntivo. Posteriormente, a través de una observación más detallada, investigación y recursos técnicos, se busca obtener un diagnóstico definitivo (Rimbaud, 2004). Dentro de la metodología diagnóstica, y para evitar errores, el primer paso es el diagnóstico diferencial. Esto implica considerar diversas enfermedades que presenten síntomas similares o idénticos y, mediante varios criterios de exclusión, determinar cuál es el diagnóstico presuntivo adecuado (Rimbaud, 2004).

1.7.6. Pronóstico

El pronóstico tiene como objetivo anticipar la progresión y el desenlace de la enfermedad, así como los trastornos resultantes de los procesos patológicos que pueden persistir, como secuelas o discapacidades. El pronóstico se clasifica en:

- **Vital**, Se evalúa la probable evolución de la enfermedad y se categoriza como bueno, reservado o grave según el estado de salud previsto.
- **Funcional**, Describe cómo evolucionará la función de un órgano. Por ejemplo, después de una mastitis, se anticipa que uno de los cuartos mamarios ya no funcionará.
- **Económico**, Considera tanto los gastos del tratamiento, como los costos de los medicamentos veterinarios, así como las pérdidas productivas relacionadas con la enfermedad (Rimbaud, 2004).

1.7.7. Indicaciones

La prescripción es el enfoque empleado para tratar la enfermedad. Puede ser: cirugía, terapéutica medicamentosa, de cuidado o nutricional. A menudo, es una combinación y, en ocasiones, individual, según las necesidades específicas de cada situación (Rimbaud, 2004).

1.7.8. El estrés en los animales

El estrés se puede definir como una alteración en el equilibrio dinámico de un organismo (homeostasis) debido a la influencia de un estímulo que puede ser interno o externo, conocido como agente estresante. En respuesta, el animal desarrolla una serie de cambios en su comportamiento y/o fisiología para adaptarse a la nueva situación (Mancera y Martín, 2003). Si estas respuestas no son efectivas y el organismo no puede adaptarse, puede experimentar un deterioro e incluso, en muchas ocasiones, fallecer (Chauca, 1995). La capacidad de adaptación y la complejidad de las respuestas fisiológicas están reguladas por hormonas como la adrenocorticotropina (ACTH), los corticosteroides (CS) y las catecolaminas (CA), cuyos niveles varían según el tipo de estrés experimentado (Caballero y Sumano, 1994).

En la ganadería actual, la intensa selección genética para lograr un crecimiento más rápido ha tenido un profundo impacto en la fisiología de los animales, haciéndolos más vulnerables al estrés (Duarte y Alarcón, 2003). Una causa común de estrés es la alta densidad o el hacinamiento al que son sometidos los animales por parte de los productores para ahorrar espacio (Caruana, 2000). Varias investigaciones centradas en el animal más estudiado en términos de estrés, el cerdo, indican que la mala estructura de los corrales y la falta de espacio para cada animal son los factores estresantes más habituales (Fernández, 2003). Estos factores pueden afectar negativamente el sistema inmunológico (Gogorza, 2003), tal como sucede en el caso de los bovinos, donde los glucocorticoides derivados del estrés pueden perjudicar los mecanismos de defensa del organismo y están asociados con cambios como hipertrofia adrenal (aumento de ACTH), involución tímica, disminución de linfocitos, eosinófilos y aumento de neutrófilos (Caballero y Sumano, 1993).

El estrés se refiere a un estado de malestar en los animales cuando no pueden lidiar de manera prolongada con una fuente de posible peligro, lo que desencadena la activación

de sistemas de emergencia en el cuerpo y provoca cambios en su comportamiento normal (Álvarez y Perez, 2009). La respuesta fisiológica a situaciones estresantes implica la activación de ciertas partes del Sistema Nervioso Central y Autónomo (Briar y Lasserson, 2010), y la acción de estos sistemas afecta y disminuye la eficiencia de los mecanismos de regulación corporal, al mismo tiempo que desencadena una respuesta de "luchar o huir", que es una reacción de alarma completa. Si no se maneja adecuadamente, esto puede llevar a la debilidad o incluso la muerte del animal (Álvarez y Pérez, 2009).

Es fundamental comprender las fundamentaciones biológicas que participan en los estados de estrés, ya que son estas fundamentaciones las que nos ayudarán a entender cómo el estrés perturba el equilibrio del cuerpo del animal (2), generando consecuencias perjudiciales para la reproducción y producción, además de aumentar la vulnerabilidad a las infecciones (Sánchez, 2009).

Fisiopatología

La respuesta al estrés tiene un impacto profundo en el cuerpo:

- Mayor actividad del sistema nervioso simpático, lo que causa constricción de vasos sanguíneos periféricos, dilatación de las pupilas, aumento del ritmo cardíaco, respiración rápida y ralentización del tránsito intestinal, entre otros efectos.
- Liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), cortisol y encefalina en la sangre.
- Aumento de la concentración de glucosa, factores de coagulación, aminoácidos libres y componentes del sistema inmunitario en la sangre (Wikipedia, 27 de julio de 2023).

Estos mecanismos son desencadenados por el cuerpo para mejorar las posibilidades de sobrevivir a amenazas a corto plazo y no deben mantenerse de manera prolongada, como ocurre en algunas situaciones (Wikipedia, 27 de julio de 2023). A largo plazo, este estado constante de alerta agota las reservas del cuerpo y puede dar lugar a diversas enfermedades, como trombosis, ansiedad, depresión, deficiencias en el sistema inmunológico, dolores musculares, insomnio, problemas de concentración, diabetes, entre otros (Wikipedia, 27 de julio de 2023). El estrés también suprime el sistema

inmunológico al interferir en la maduración de los linfocitos, que son responsables de la inmunidad específica (Wikipedia, 27 de julio de 2023).

1.7.9. Dolor

En 1937, el cirujano Rene Leriche denominó como "dolor viviente" al dolor que se siente fuera del entorno del laboratorio y no puede reducirse a un conjunto universal de señales nerviosas. Leriche, profesor de cirugía en la Universidad de Estrasburgo, lo describía como una tormenta en el paciente que lo padece, difícil de evaluar una vez que ha pasado. Definir el dolor es un desafío debido a su naturaleza subjetiva y, por lo tanto, ha sido un problema durante mucho tiempo. La descripción más ampliamente aceptada proviene de Merskey (1979), como lo modificó el Subcomité de Taxonomía de la International Association for the Study of Pain (Merskey, 1979, IASP). El dolor se refiere como una experiencia sensorial y emocional desagradable relacionada con una lesión actual o potencial en los tejidos, o se describe en términos de dicha lesión (Merskey, 1979).

El dolor no se limita a ser simplemente una percepción nociceptiva, sino que abarca una experiencia subjetiva que involucra pensamientos, sensaciones y conductas. Esta inclusión de emociones desagradables lleva consigo una serie de sentimientos, como el sufrimiento, la ansiedad, la depresión y la desesperación. Según Wilson (2002), el dolor es un fenómeno sensorial-perceptual, multidimensional y complejo, lo cual lo convierte en una experiencia única para cada persona. Esta definición presenta avances importantes en su comprensión, ya que reconoce explícitamente los componentes emocionales y subjetivos que están intrínsecamente ligados a la sensación dolorosa, desvinculándola del simple daño tisular (Cerveró y Laird, 2002).

En el análisis de los síntomas dolorosos, empleamos el cuestionamiento y la exploración física. En el contexto de la Medicina Humana, el cuestionamiento es el método principal, y aunque sigue siendo valioso en la práctica veterinaria de animales pequeños, enfrentamos desafíos adicionales al trabajar con rumiantes. En estos casos, a menudo es complicado establecer la temporalidad del dolor o su relación con otras funciones, ya que los cuidadores, al estar en el campo, no pueden observar a los animales todo el día y proporcionar datos precisos. Por lo tanto, la exploración física se vuelve esencial en este contexto y se complementa con el cuestionamiento realizado al

propietario o al personal de campo. Debemos determinar qué movimientos, posturas o maniobras pueden aumentar o aliviar el dolor existente o inducir su aparición.

a) Fisiopatología

La función biológica del dolor es alertar al sistema nervioso sobre una amenaza potencial de lesión en una zona del cuerpo. Esta señal de advertencia desencadena una serie de mecanismos destinados a prevenir o reducir los daños y hacer frente al estrés. Para llevar a cabo esta función, el organismo cuenta con los siguientes elementos:

- **Detectores de la señal nociva:** Estos dependen de neuronas especializadas conocidas como nociceptores, que detectan el dolor.
- **Mecanismos ultrarrápidos de protección (reflejos):** Estas son respuestas rápidas que se originan en la médula espinal y pueden provocar acciones como retirar rápidamente una mano al tocar una superficie caliente o generar una contracción muscular para proteger una articulación después de una lesión en esa área (como en el caso del lumbago tras un movimiento brusco).
- **Sistemas de alerta general (respuesta al estrés):** A través de la activación de centros de alerta ubicados en el tronco cerebral, se produce un incremento en la vigilancia y en las respuestas cardiovasculares, respiratorias y hormonales, preparando al cuerpo para enfrentar una amenaza potencial, ya sea mediante la huida o la confrontación (Wikipedia, 4 de mayo de 2023).
- **Mecanismos de ubicación:** La percepción consciente e inconsciente de la ubicación de la lesión ocurre en el cerebro. La precisión en la localización depende de si la lesión afecta la piel, en cuyo caso es precisa, o si involucra tejidos más profundos, en cuyo caso puede ser difusa o incluso deslocalizada (Wikipedia, 4 de mayo de 2023).
- **Comportamientos desencadenados:** En respuesta a una agresión, se activan centros especializados en el cerebro, lo que puede llevar al aumento de la agresividad y manifestaciones de enojo. Estas respuestas tienen como finalidad captar la atención del individuo y comenzar acciones de evasión o defensa para proteger la integridad corporal (Wikipedia, 4 de mayo de 2023).
- **Mecanismos de analgesia natural:** En determinadas situaciones, estos sistemas permiten afrontar situaciones amenazantes incluso después de sufrir lesiones graves. La influencia de factores psicológicos (subjetivos) y factores

físicos o biológicos (objetivos) en la percepción del dolor varía dependiendo del tipo de dolor y la persona que lo experimenta. Existen numerosos estudios dedicados a investigar esta relación y a comprender la experiencia dolorosa (Wikipedia, 4 de mayo de 2023).

b) Clasificación del dolor

Dolor agudo y dolor crónico

El dolor agudo se refiere a la respuesta sensorial inmediata activada por el sistema nociceptivo, actuando como una señal de alarma generada por los mecanismos protectores del cuerpo. Por lo general, el dolor agudo está vinculado al daño tisular somático o visceral y sigue de cerca el proceso de recuperación y cicatrización de la lesión subyacente. Este tipo de dolor tiende a desaparecer una vez que la causa subyacente se resuelve sin complicaciones (López et al., s.f.).

El dolor crónico, por otro lado, es aquel que persiste más allá de la resolución de la lesión original y continúa incluso después de que esta haya sanado. En su mayoría, el dolor crónico es un síntoma de una enfermedad persistente que puede tener una evolución constante o intermitente, y este dolor persiste incluso en ausencia de una lesión periférica evidente. Es importante distinguir entre ambos tipos de dolor, ya que el dolor crónico se origina por mecanismos fisiopatológicos distintos a los del dolor agudo. La diferencia clave radica en la relación entre la lesión y la experiencia dolorosa, que es generalmente evidente en el dolor agudo y menos clara en el dolor crónico (López et al., s.f.).

Dolor somático y dolor visceral

El dolor somático se refiere a las sensaciones dolorosas que afectan la piel, músculos, articulaciones, ligamentos y huesos. Este tipo de dolor es generalmente localizado, limitado a la región afectada y se caracteriza por sensaciones precisas y claras (López et al., s.f.). Por otro lado, el dolor visceral surge debido a lesiones en órganos internos, lo que lo convierte en una forma de dolor común en muchas enfermedades y síndromes dolorosos, tanto agudos como crónicos, con relevancia clínica. El dolor visceral presenta características y propiedades distintivas en comparación con el dolor somático:

- No todas las vísceras son sensibles al dolor.

- Puede manifestarse sin una conexión directa con lesiones, y algunas lesiones viscerales no provocan dolor.
- Se percibe de manera difusa, con localización imprecisa y puede irradiar más allá de los órganos afectados.
- A menudo, se experimenta en áreas de la superficie corporal alejadas de la víscera afectada.
- Acompañado de respuestas motoras y vegetativas intensas (López et al., s.f.).

Dolor nociceptivo y dolor neuropático

El dolor nociceptivo, conocido también como dolor sensorial o normal, es una experiencia sensorial común, similar a la visión o el tacto, que se presenta en todos los individuos normales cuando se les aplican estímulos que causan daño o lesión en órganos somáticos o viscerales. Este tipo de dolor es resultado de la activación de un sistema neurofisiológico que involucra nociceptores en la periferia, vías centrales de percepción del dolor y, finalmente, la corteza cerebral. La intensidad y duración de las sensaciones dolorosas nociceptivas dependen en gran medida de cómo se modulen las señales de lesión tisular a lo largo de la vía nociceptiva. Es importante destacar que el dolor nociceptivo siempre se origina debido a la activación de un sistema sensorial específico encargado de transmitir estas señales (López et al., s.f.).

El dolor neuropático, también conocido como dolor anormal o patológico, solo afecta a una minoría de personas y se origina como resultado de una enfermedad o lesión en el sistema nervioso central o periférico. Este tipo de dolor implica sensaciones inusuales o anormales, como la neuralgia del trigémino, el miembro fantasma o la causalgia (López et al., s.f.). Los dolores neuropáticos abarcan una variedad de situaciones, incluyendo el dolor espontáneo que se manifiesta sin una lesión evidente, la disminución anormal del umbral de dolor y las molestias causadas por el contacto o estímulos mecánicos de baja intensidad. En los casos de dolor neuropático, el sistema nociceptivo presenta un comportamiento anómalo, lo que significa que estas experiencias dolorosas son manifestaciones alteradas del sistema neurofisiológico encargado de procesar señales de dolor. La característica más distintiva del dolor neuropático es su falta de relación directa entre la lesión tisular y la sensación de dolor (López et al., s.f.).

1.7.10. Chillidos

Sonido gutural y estridente de la voz, de alta frecuencia y desagradable. Emitido tanto por personas como por animales. Oír un grito fuerte puede resultar altamente incómodo para usted, pero lo más relevante es cómo afecta a su mascota. Por lo general, indica que su cobaya ha detectado una amenaza inminente o está experimentando dolor o malestar. Si está cumpliendo adecuadamente con su tarea de supervisar a sus cobayas, este sonido debería ser una rareza absoluta. Sin embargo, en ocasiones, puede ocurrir. Por ejemplo, si una de sus cobayas muerde a otra, es probable que escuche un grito. Es esencial intervenir de inmediato en la situación y determinar su causa.

1.7.11. Timpanismo

Es causado generalmente por cambios bruscos en la alimentación y por el suministro de forraje caliente o fermentado, no oreado. Para tratarlo, se pueden utilizar Dipidonas (Metamizol Sódico–antalvet), o remedios como el aceite casero o de oliva cada tres horas hasta que el animal elimine todo lo que ha ingerido. De actuar tardíamente, por lo general se pierde al animal.

1.8. Lesiones patológicas

1.8.1. Trastornos del contenido gaseoso

Atelectasia: se refiere a la falta de expansión completa de los alvéolos, y se utiliza para describir la condición del pulmón cuando no puede inflarse al nacer (atelectasia congénita) o cuando los pulmones ya expandidos se colapsan (atelectasia adquirida) (Yates, 1988). La atelectasia congénita puede originarse debido a la obstrucción de las vías respiratorias por moco o líquido amniótico, la insuficiencia de los centros respiratorios durante el parto difícil o anomalías congénitas en las vías respiratorias. También puede ocurrir cuando hay una deficiencia en la producción de surfactante por parte de los neumocitos tipo II, ya sea debido a la inmadurez celular, problemas en el flujo sanguíneo u otros factores (Jones y Hunt, 1984). Dentro de las atelectasias adquiridas se incluyen:

- a) **Atelectasias compresivas:** Parafrasea completamente el siguiente párrafo cambiando cada palabra. Acorta el párrafo en 60%.
- b) **Atelectasias obstructivas:** se producen cuando las vías respiratorias quedan bloqueadas por exudados, cuerpos extraños inhalados, parásitos o neoplasias

c) **Atelectasias hipostáticas:** se presenta en animales grandes que permanecen acostados durante largos períodos, como en cirugías (Dungworth, 1990).

En términos generales, cualquier tipo de atelectasia provoca un colapso y oscurecimiento del pulmón, que puede sentirse flácido o firme al tacto. La distribución y extensión varían según el proceso: multifocal en atelectasias congénitas, lobular en atelectasias obstructivas y con diferentes grados en las compresivas. A nivel microscópico, el alvéolo colapsado presenta un aspecto de tejido intersticial sin presencia de células inflamatorias (López, 1995).

Enfisema: A diferencia de los seres humanos, donde esta afección es una enfermedad primaria, en los animales siempre se presenta como una lesión secundaria debido a una obstrucción en el flujo de salida del aire desde los alvéolos o durante momentos de agonía. Según el área afectada, el enfisema puede clasificarse como alveolar o intersticial (Trigo, 1992). El enfisema alveolar se caracteriza por la distensión y ruptura de las paredes alveolares, formando burbujas de aire de diversos tamaños en el parénquima pulmonar (Dahme y Weiss, 1988). Por otro lado, el enfisema intersticial suele manifestarse principalmente en bovinos debido a una ventilación colateral inadecuada, que impide el paso de aire entre alvéolos adyacentes (López, 1995). Como resultado de esto, el aire acumulado escapa de los alvéolos o de los conductos respiratorios y se introduce en el tejido intersticial alrededor de lóbulos, conductos respiratorios y vasos sanguíneos. En ocasiones, se forma una acumulación focal de aire de gran tamaño en los tabiques interlobulillares, creando una "bulla enfisematosa" que puede llegar a tener varios centímetros de diámetro (Trigo, 1992).

1.8.2. Trastornos circulatorios

La cavidad nasal presenta una rica vascularización y, por lo tanto, muestra respuestas evidentes a cambios como congestión, hiperemia o hemorragias (Trigo, 1992). La congestión de la mucosa nasal es una lesión no específica que se encuentra durante la necropsia y se presume que está relacionada con una insuficiencia circulatoria que precede a la muerte (como la insuficiencia cardíaca o el timpanismo en rumiantes). Por otro lado, la hiperemia está vinculada a las primeras etapas de la inflamación, que pueden ser causadas por irritantes, infecciones virales, infecciones bacterianas secundarias, reacciones alérgicas o traumatismos (Dahme y Weiss, 1988). La hemorragia nasal

(epistaxis) es de gran importancia y puede tener diversas causas, como traumatismos, trastornos hemorrágicos, úlceras en la mucosa nasal, inflamación aguda y neoplasias. En la necropsia, es esencial determinar el origen de la hemorragia, ya que la sangre puede provenir de la nasofaringe o los pulmones (Trigo, 1992). El pulmón es un órgano altamente vascularizado debido a su doble circulación, tanto pulmonar como bronquial, además de su extensa circulación colateral. Sin embargo, cualquier alteración en la circulación pulmonar puede tener un impacto significativo en el intercambio de gases, lo que afectará a otros sistemas orgánicos debido a la congestión pasiva y al edema generalizado (Jones y Hunt, 1984).

Hiperemia y congestión son dos procesos distintos en el contexto de la inflamación. La hiperemia representa una respuesta activa, mientras que la congestión es el resultado pasivo de una reducción en el flujo sanguíneo venoso. La congestión pulmonar generalizada, que puede llevar al edema pulmonar, suele ser causada por insuficiencia cardíaca. Estos procesos se pueden identificar por la tonalidad roja en el tejido pulmonar, que depende del nivel de oxigenación de la sangre y de otros factores como la presencia de edema o fibrina. A nivel histológico, se observan capilares congestionados con eritrocitos, que a veces pueden penetrar en los espacios alveolares. Cuando esto ocurre, los macrófagos alveolares fagocitan los eritrocitos (eritrofagocitosis) y los transforman en hemosiderina. Los macrófagos cargados de hemosiderina, que presentan un color café en su citoplasma debido a la acumulación de este pigmento, se conocen como "células cardíacas" debido a su relación con la insuficiencia cardíaca derecha (Yates, 1988).

1.8.3. Hidrops vesicular

La vesícula presenta un aumento significativo de su tamaño y una apariencia pálida. Al ser cortada, se encuentra notablemente distendida debido a la presencia de un líquido incoloro con aspecto sero-mucoso en su interior. Además, se observa un cálculo alojado en el bacinete de la vesícula y la pared fibrosa se ha transformado en una fina lámina.

1.8.4. Cardiomegalia

La cardiomegalia es un término médico que se utiliza para describir el agrandamiento anormal del corazón, también conocido como hipertrofia cardíaca. Este

fenómeno se presenta en personas con insuficiencia cardíaca sistólica crónica o diversos tipos de miocardiopatías. La cardiomegalia provoca un aumento en el tamaño del corazón, lo que afecta su capacidad para bombear sangre oxigenada por todo el cuerpo.

1.8.5. Edema

Acumulación inusual de líquido y sustancias en los tejidos intersticiales, conductos respiratorios y alvéolos. El edema pulmonar generalmente se presenta como una complicación de una enfermedad existente en lugar de ser una afección primaria (Trigo, 1992). Sus causas son diversas y están relacionadas con la integridad de los tejidos vasculares e intersticiales (Dahme y Weiss, 1988). Entre las causas del edema se incluyen la insuficiencia cardíaca congestiva, la administración excesiva de fluidos de forma médica, lesiones cerebrales que causan edema (edema neurogénico), estado de shock, reacciones alérgicas graves (anafilaxis), exposición a gases irritantes (NO₂, SO₂, H₂S), infecciones por ciertos virus respiratorios (VPI-3, VRSB) y obstrucción de los vasos linfáticos (Yates, 1988).

Desde una perspectiva macroscópica, el pulmón afectado por edema se presenta húmedo, más pesado y con una coloración rojiza que varía según el grado de congestión o hemorragias presentes. En casos de edema pulmonar severo, es difícil diferenciarlo de una neumonía preaguda, ya que es el único signo persistente. Al realizar un corte en el tejido, es evidente la liberación de líquido desde la parte expuesta del parénquima (Dungworth, 1990).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación

La investigación se llevó a cabo en Ayacucho, ubicada en la Avenida Mariscal Cáceres N° 545, en el Barrio de la Magdalena, en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, Perú. Las coordenadas geográficas de Ayacucho son las siguientes: Longitud $-74^{\circ}13'23.56''$ y Latitud $-13^{\circ}9'31.61''$, a una altitud de 2760 metros sobre el nivel del mar.

2.2. Clima

El clima en Ayacucho es agradable, de temperatura moderada y bajo en humedad, con un cielo constantemente despejado y una abundante luz solar durante la mayor parte del día. Es reconocido como uno de los climas más benevolentes y beneficiosos del país. La presencia de los Andes ha dado forma a una geografía variada con una amplia gama de ecosistemas, incluyendo picos, montañas nevadas, llanuras, cañones, valles interandinos y áreas de selva alta, lo que lo convierte en un destino ideal para el ecoturismo. La temperatura promedio es de 17.5°C , con una humedad relativa media del 56% y una precipitación anual promedio de 250 a 400 ml.

2.3. Duración del trabajo

La labor experimental se realizó durante de 7 meses, de diciembre del 2020 a agosto del año 2021.

2.4. Materiales y equipos

2.4.1. Material biológico

- ✓ Cobayos - 30
- ✓ Oxitetraciclina
- ✓ Alfalfa y agua

2.4.2. Material no biológico

- ✓ Mandil Blanco
- ✓ Guantes
- ✓ Equipo de disección
- ✓ Jeringas hipodérmicas
- ✓ Jaulas
- ✓ Estetoscopio
- ✓ Comederos
- ✓ Bebederos
- ✓ Balanzas

2.4.3. Material de escritorio

- ✓ Papel A4
- ✓ Lapiceros
- ✓ Plumones
- ✓ Borrador
- ✓ Regla

2.4.4. Equipos

- ✓ Refrigeradora
- ✓ Computadora
- ✓ Calculadora

2.5. Diseño metodológico

2.5.1. Población

Para este trabajo de tesis se pudo adquirir cobayos de crianza en campo con pesos que oscilaron de 220 a 360 gramos.

2.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 30 cuyes de dos meses de edad promedio, con peso que oscilaron de 220 a 360 gramos, escogidos al azar.

2.6. Metodología de la investigación

2.6.1. Nivel de investigación

Investigación básica, aplicada y experimental.
Descriptivo y analítico.

2.6.2. Diseño experimental

La metodología experimental emplea la estadística para discernir y cuantificar los motivos detrás de un resultado en un ensayo empírico. Este enfoque implica la deliberada

manipulación de una o más variables causales con el fin de evaluar su impacto en una variable de interés. Establece directrices sobre la selección, manipulación, frecuencia y secuencia de las variables para establecer con certeza una supuesta relación causa-efecto. Este enfoque tiene múltiples aplicaciones en campos como la industria, agricultura, mercadotecnia, medicina, ecología y ciencias conductuales, siendo crucial en la investigación experimental (Wikipedia, 11 de noviembre de 2022). Esta investigación constituye un estudio básico, aplicado y analítico, en el cual se manipuló la variable relacionada con la causa, evaluando el impacto de la oxitetraciclina en el organismo de los cobayos, junto con las lesiones anátomo-patológicas y la sintomatología presentada durante el tratamiento. Se adoptó un diseño de "Chi cuadrado con seis grupos y 5 repeticiones". El método experimental establece una serie de eventos que se describen a continuación.

2.6.3. Procedimiento metodológico

- Se hicieron registros por cada uno de los cuyes.
- Se formaron 6 subgrupos, cada uno de 5 cuyes; Grupo A, formado por tres subgrupos (a, b, y c cada uno) durante el tiempo que duraran con vida. (15 días aproximadamente) y se les instaló en jaulas individuales.
- Fueron alimentados con alfalfa y agua todo el tiempo de vida.
- Fueron pesados, cada uno y se les administró, vía oral oxitetraciclina a razón de 30 mg./Kg. de peso vivo. (dos subgrupos), 40 mg./ Kg. de peso vivo (dos subgrupos) y 60 mg./ Kg. de peso vivo (dos subgrupos) cada 8 horas hasta provocar sintomatología y la muerte.
- Se observó la sintomatología presentada.
- Se practicó la necropsia a la muerte de los cobayos y se observó la patología producida por el antibiótico y se tomaron fotos de todos los órganos con lesiones.
- Se efectuó el análisis de los informes obtenidos por grupo.
- Se hizo la comparación de los grupos para obtener conclusiones.

2.7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el ensayo se evaluaron en función del tipo de variable que se observó. En el caso de las variables vinculadas a los síntomas y a las afecciones

patológicas, se aplicó la prueba estadística Chi-cuadrado para comprobar su idoneidad. La fórmula utilizada fue:

$$X^2_{(k-1,\alpha)} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde:

k-1= grados de libertad

α = Probabilidad de cometer error tipo I

O_i = Valor observado en la i-esimo nivel de la variable estudiada

e_i = Valor esperado en la i-esimo nivel de la variable estudiada.

Por otro lado, la variable relacionada con el periodo de latencia inducida por aplicación de dosis alta de eritromicina a diferentes niveles, fue analizada mediante la prueba de T- student para datos pareados”.

La expresión usada fue la siguiente:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

2.8. Hipótesis estadística

Es la premisa utilizada para estimar el valor de un parámetro (una constante que identifica a la población), la cual se verifica mediante una prueba estadística. En el ámbito de la investigación en agricultura y ganadería, al realizar un análisis estadístico empleando el ANVA en un diseño experimental, la cuestión a examinar es si los tratamientos producen un efecto similar en la variable bajo estudio. Para ello, se formulan la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1):

Hp: $\tau_i = 0$ (Los i tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable en estudio)

Ha: $\tau_i \neq 0$ (No todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable en estudio)

Al probar la hipótesis estadística el investigador está propenso a cometer los siguientes tipos de errores:

Error de Tipo I: Este ocurre al descartar la hipótesis formulada, incluso cuando es incorrecta; el grado de este error es establecido por el investigador y se conoce como el "nivel de significancia de la prueba"; comúnmente, se utilizan valores como 0.05 o 0.01.

Error de Tipo II: En este caso, se acepta la hipótesis formulada, a pesar de que es incorrecta; no se puede definir su magnitud, pero es posible reducirla mediante un tamaño de muestra adecuado.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Tabla 3.1

Resultados de efectos sintomatológicos en los subgrupos 1 y 4 con administración de 30 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina

30 mg LÓGICOS	EFECTOS SINTOMATO	Grupo A	1	2	3	4	5	Total Sub Grupos	TOTAL	%
			Chillidos	G-1	X	X	X			
	G-4	X	X	X	X	X	5			
Stress	G-1	X	X	X	X	X	4	10	100	
	G-4	X	X	X	X	X	5			
Dolor		X	X	X		X	4	9	90	
		X	X	X	X	X	5			
Dolor	G-1	X	X	X	X	X	4	10	100	
	G-4	X	X	X	X	X	3			
Sangrado nasal	G-1			X	X	X	X	4	8	80
	G-4	X		X	X	X	4			

La tabla 3.1, nos permite observar resultados de la sintomatología que se presentó por la administración de oxitetraciclina en los grupos 1 y 4, vía oral, en dosis de 30 mg. / kg. de p.v. Esta consistió en fuertes chillidos, stress, abdomen hinchado y muestras de dolor. Los chillidos se manifestaron en el 100 % de los cuyes; el stress presentado en el 100 %, la distensión abdominal en el 90 %, presentaron dolor el 100% de los cuyes y sangrado nasal el 80%.

Figura 3.1

Manifestaciones porcentuales de los síntomas. Subgrupos 1 y 4

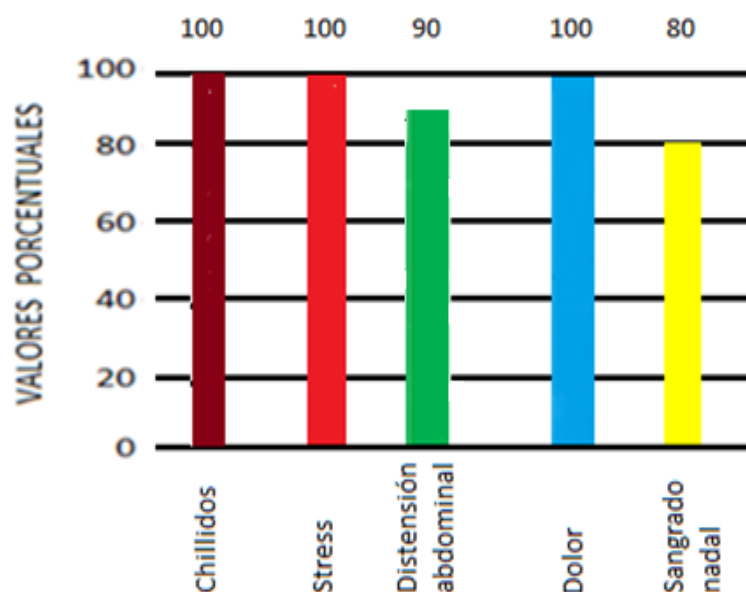


Tabla 3.2

Resultados del análisis patológico de la necropsia en los subgrupos 1 y 4 con administración de 30 mg. /k.p.v. de oxitetraciclina

Efectos patológicos		1	2	3	4	5	Total x Grupos	TOTAL	%
Congestión del estómago	G-1	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Congestión intestinal total	G-1	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Congestión renal	G-1		X		X	X	3	7	70
	G-4	X	X	X	X		4		
Atelectasia	G-1	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Timpanismo	G-1	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Ciego flatulento	G-1	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Corazón congestionado	G-1	X	X	X	X		4	9	90
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Pulmón congestionado	G-1	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Intestino flatulento	G-1	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-4	X	X	X	X	X	5		
Yeyuno congestionado	G-1	0	X	X	X	0	3	8	80
	G-4	X	X	X	5	X	5		

En la tabla 3.2, se muestra la patología observada por la administración de oxitetraciclina en los grupos 1 y 4, que recibieron, vía oral, dosis de 30 mg./ k.p.v. La patología observada consistió en congestión del estómago (100%), congestión intestinal (100%), congestión renal (70 %), atelectasia (100%), timpanismo (100%), ciego flatulento (100%), corazón congestionado (90%), pulmón congestionado (100%), intestino flatulento (100%) y yeyuno flatulento (80%).

Figura 3.2

Manifestaciones porcentuales de los efectos patológicos, subgrupos 1 y 4

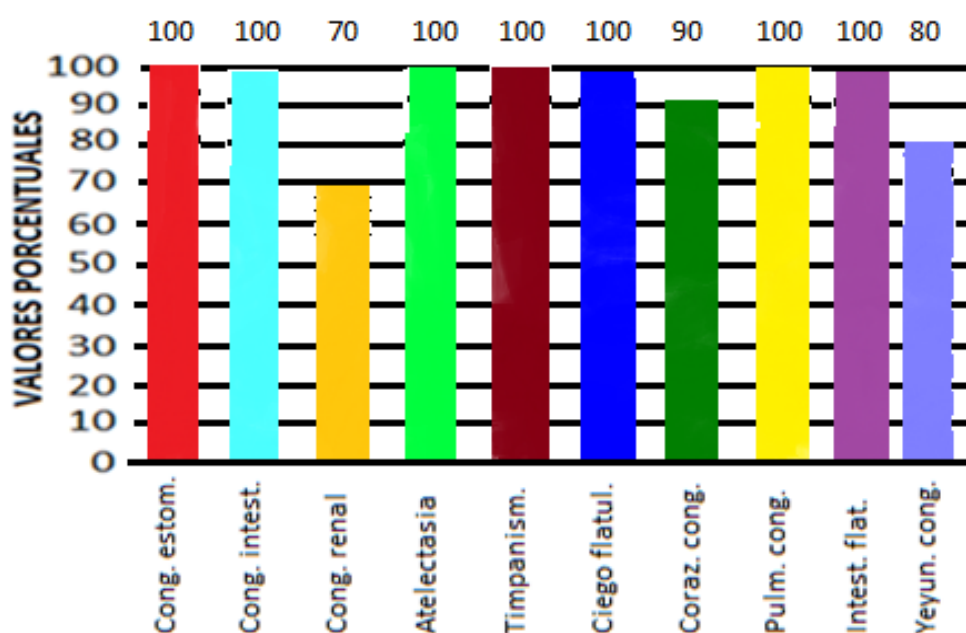


Tabla 3.3

Resultados del análisis sintomatológico en los grupos 2 y 5 con administración de 40 mg. / kg. de p.v. de oxitetraciclina

Efectos Sintomatologicos		1	2	3	4	5	Total x Grupos	TOTAL	%
Chillidos	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Stress	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Distensión abdominal	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Dolor	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Sangrado nasal	G-2	X	X	X		X	4	8	80
	G-5	X	X	X	X		4		

En la tabla 3.3, se muestra la sintomatología observada en los cobayos debido a la aplicación de oxitetraciclina en los subgrupos 2 y 5, administrada vía oral en dosis de 40 mg./ k.p.v. Los síntomas presentados fueron el stress (100%), chillidos (100%), distensión abdominal (100%), dolor (100%) y sangrado nasal (80%).

Figura 3.3

Manifestaciones porcentuales de los síntomas G2 y G5

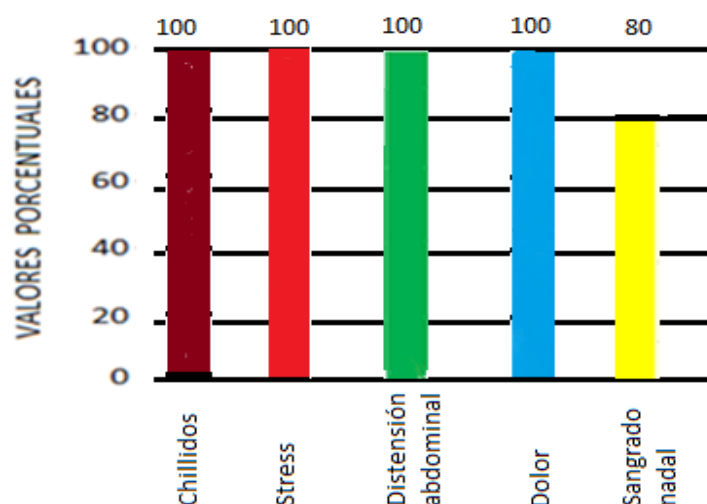


Tabla 3.4

Resultados del análisis patológico observado en los subgrupos 2 y 5 con administración de 40 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina.

Efectos patológicos		1	2	3	4	5	Total x Grupos	TOTAL	%
Congestión del estómago	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Congestión intestinal	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Congestión renal	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Atelectasia	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Timpanismo	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Ciego flatulento	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Corazón congestionado	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Pulmón congestionado	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Intestino flatulento	G-2	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-5	X	X	X	X	X	5		
Yeyuno congestionado	G-2		X	X	X	X	4	8	80
	G-5	X	X	X		X	4		

En la tabla 3.4, observamos los efectos patológicos provocados por la administración de oxitetraciclina en los subgrupos 2 y 5, vía oral en dosis de 40 mg./k.p.v. Estos se manifestaron en los siguientes porcentajes: congestión del estómago (100%), congestión intestinal (100%), congestión renal (100 %), atelectasia (100%), timpanismo (100%), ciego flatulento (100%), corazón congestionado (100%), pulmón congestionado (100%), intestino flatulento (100%) y yeyuno congestionado (80%). Toda la patología presentada se manifiesta en el 100% de los cobayos a excepción del yeyuno congestionado (80 %).

Figura 3.4

Manifestaciones porcentuales de los efectos patológicos G2 y G5

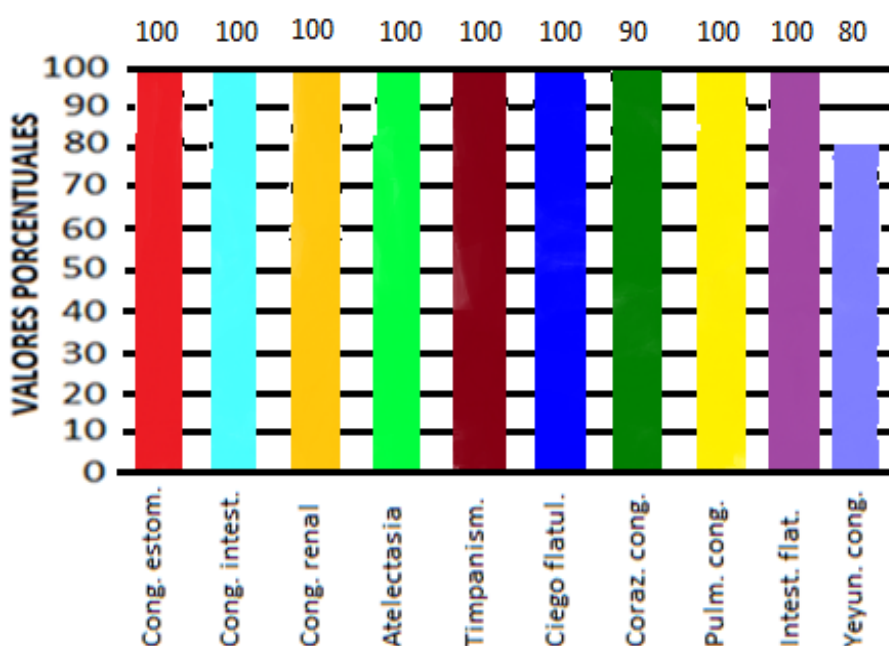


Tabla 3.5

Resultados de efectos sintomatológicos en los subgrupos 3 y 6 con administración de 60 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina

60 mg Efectos Sintomatológicos		1	2	3	4	5	Total x Grupos	TOTAL	%
Chillidos	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Stress	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Distensión abdominal	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Dolor	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Sangrado nasal	G-3	X	X	X		X	4	8	80
	G-6	X		X	X	X	4		

La tabla 3.5, se presenta los resultados sintomatológicos por la aplicación de oxitetraciclina en los grupos 3 y 6, aplicados, vía oral, con dosis de 60 mg./k.p.v. Los síntomas que se manifiestan son el stress (100%), chillidos (100%), distensión abdominal (100%), dolor (100%) y sangrado nasal (80%).

Figura 3.5

Manifestaciones porcentuales de los síntomas G3 y G6

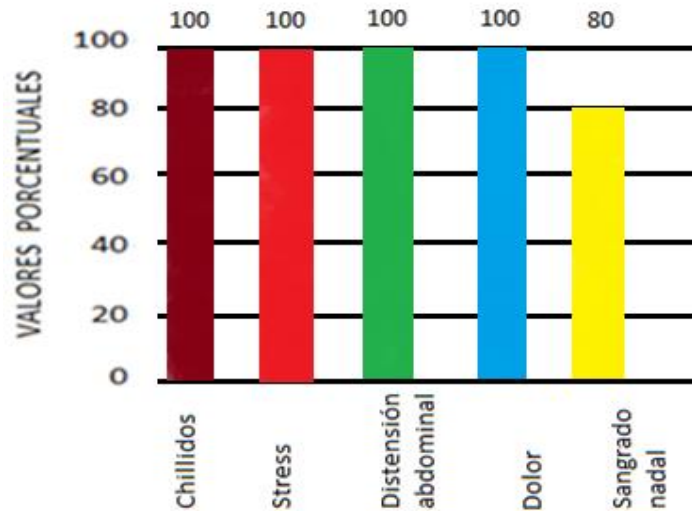


Tabla 3.6

Resultados de la patología observada en los grupos 3 y 6 por la administración de 60 mg. / k.p.v. de oxitetraciclina

Efectos Patológicos		1-C	2-C	3-C	4-C	5-C	Total x Grupos	TOTAL	%
Congestión del estómago	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Congestión intestinal	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Congestión renal	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Atelectasia	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Timpanismo	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Ciego flatulento	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Corazón congestionado	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Pulmón congestionado	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Intestino flatulento	G-3	X	X	X	X	X	5	10	100
	G-6	X	X	X	X	X	5		
Yeyuno congestionado	G-3	X	X		X	X	4	8	80
	G-6	X		X	X	X	4		

En la tabla 3.6, se muestran los efectos patológicos de la aplicación de oxitetraciclina en los subgrupos 3 y 6, que recibieron por vía oral dosis de 60 mg. /kg. de p.v. La patología que se manifestó fue como sigue: congestión del estómago (100%), congestión intestinal (100%), congestión renal (100 %), atelectasia (100%), timpanismo (100%), ciego flatulento (100%), corazón congestionado (100%), pulmón congestionado (100%), intestino flatulento (100%) y yeyuno congestionado (80%).

Figura 3.6

Manifestaciones porcentuales de los efectos patológicos G3 y G6

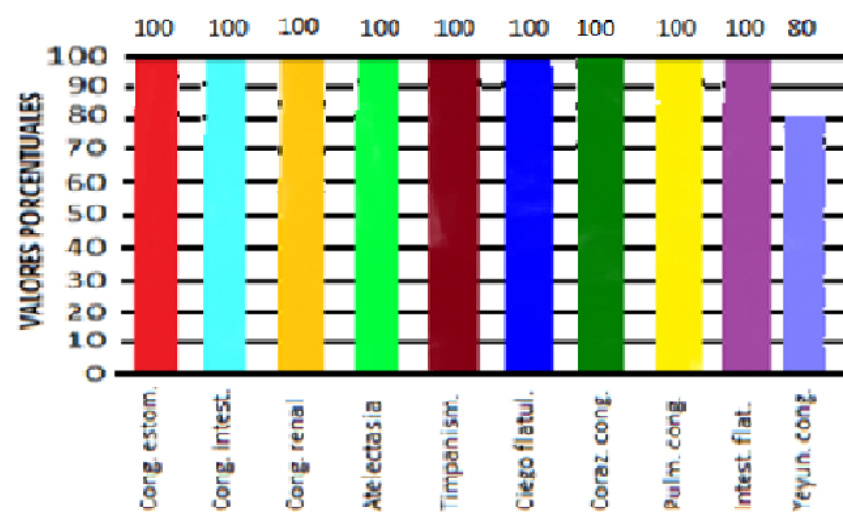


Tabla 3.7

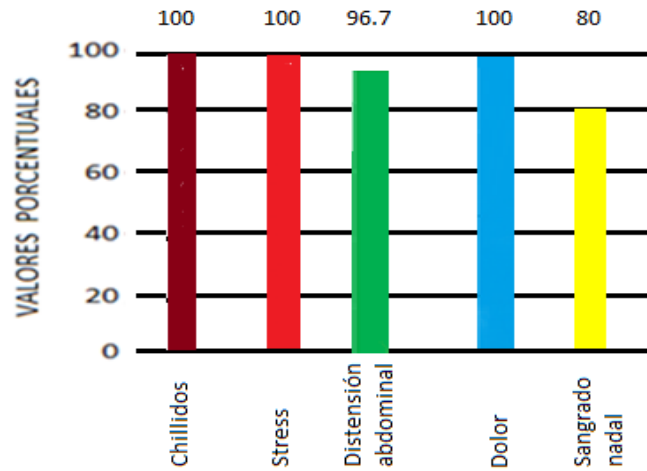
Resultados porcentuales de la manifestación de efectos sintomatológicos observados en los 6 grupos por la administración de oxitetraciclina, vía oral

Efectos sintomatológicos	G1 +G4	G2+G5	G3+G6	TOTAL	%
Chillidos	10	10	10	30	100
Stress	10	10	10	30	100
Distensión abdominal	9	10	10	29	96.7
Dolor	10	10	10	30	100
Sangrado nasal	8	8	9	24	80

La tabla 3.7, muestra los resultados sintomatológicos de la aplicación de oxitetraciclina en todos los grupos, por vía oral. Los síntomas que se manifiestan son el stress, chillidos, Distensión del estómago, dolor y sangrado nasal. Los chillidos y el stress se manifiestan en el 100.00% de los cuyes; la distensión abdominal se observó en el 96.67.00%, el dolor se manifestó en el 100.00 % de los cuyes y el sangrado nasal en el 80%.

Figura 3.7

Valores porcentuales de la sintomatología observada en los 6 grupos



Prueba de Chi-cuadrado para efectos sintomatológicos

Si: X^2_{cal} es mayor que la X^2 tabla, entonces se rechaza la H_0 ; es decir, Si existen diferencias significativas.

Si: X^2_{cal} es menor que la X^2 tabla, entonces se Acepta la H_0 ; es decir, NO existen diferencias significativas.

Chillidos

	t1	t2	t3		
Observado	10	10	10	30	
Esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	30	1.00
X^2_{cal}	0.205	0.321	0.013	0.5385	No existen diferencias
X^2 tabla (2, 0.05)				5.99	

Stress

	t1	t2	t3		
Observado	10	10	10	30	
Esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	30	1.00
X^2_{cal}	0.205	0.321	0.013	0.5385	No existen diferencias
X^2 tabla (2, 0.05)				5.99	

Distensión abdominal

	t1	t2	t3		
Observado	9	10	10	29	
Esperado	10	10	10	30	
n	9	10	10	30	0.962
X2 cal	0.213	0.053	0.053	0.3200	No existen diferencias
X2 tabla (2, 0.05)				5.99	

Dolor

	t1	t2	t3		
Observado	10	10	10	30	
Esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	30	1.00
X2 cal	0.213	0.053	0.053	0.3200	No existen diferencias
X2 tabla (2, 0.05)				5.99	

Sangrado nasal

	t1	t2	t3		
Observado	8	8	8	24	
Esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	30	0.852
X2 cal	0.213	0.213	0.213	0.3200	
X2 tabla (2, 0.05)				5.99	

Tabla 3.8

Resultados porcentuales de la manifestación de efectos patológicos observados en los 6 grupos por la administración de oxitetraciclina

Efectos patológicos	G1 +G4	G2+G5	G3+G6	TOTAL	%
Congestión del estómago	10	10	10	30	100
Congestión intestinal	10	10	10	30	100
Congestión renal	7	10	10	27	90
Atelectasia	10	10	10	30	100
Timpanismo	10	10	10	30	100
Ciego flatulento	10	10	10	30	100
Corazón congestionado	9	10	10	29	96.67
Pulmón congestionado	10	10	10	30	100
Intestino flatulento	10	10	10	30	100
Yeyuno congestionado	8	8	8	24	80

En la tabla 3.8, se muestran los efectos patológicos porcentualmente por la aplicación de oxitetraciclina, por vía oral en todos los grupos. Los efectos patológicos que se manifestaron son: Congestión del estómago (100%), congestión intestinal (100%), congestión renal (90%), atelectasia (100%), timpanismo (100%), ciego flatulento (100%), corazón congestionado (96.67%), pulmón congestionado (100%), intestino flatulento (100%) y yeyuno congestionado (80%).

Figura 3.8

Porcentajes de las lesiones patológicas en los 6 grupos

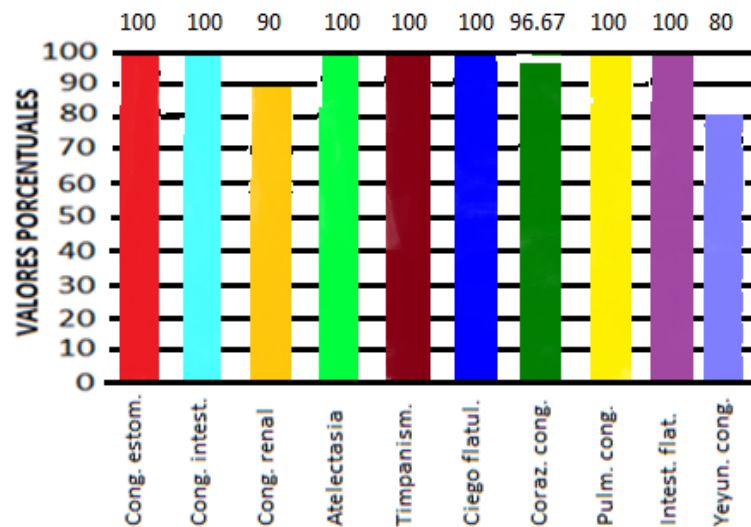


Tabla 3.9

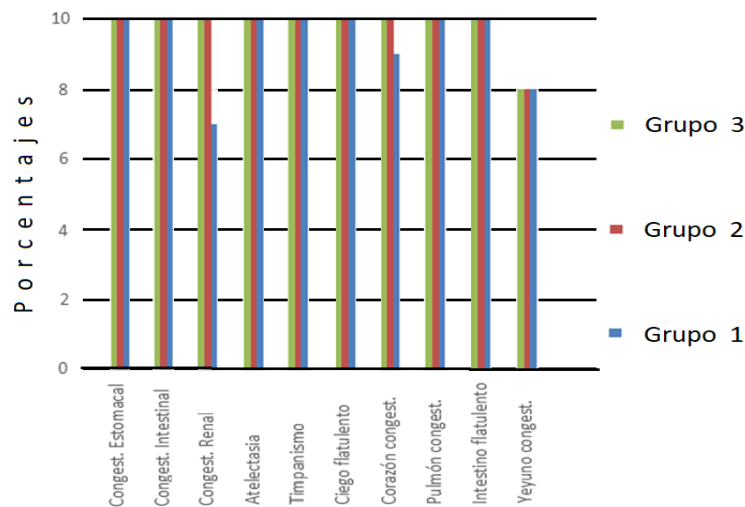
Proporción de animales con efectos patológicos producto de la aplicación de dosis altas de oxitetraciclina

Efectos patológicos	30 mg/k.p.v. %	40 mg/k.p.v. %	60 mg/k.p.v. %	TOTAL %
Congestión del estómago	100	100	100	100
Congestión intestinal	100	100	100	100
Congestión renal	70	100	100	90
Atelectasia	100	100	100	100
Timpanismo	100	100	100	100
Ciego flatulento	100	100	100	100
Corazón congestionado	90	100	100	96.67
Pulmón congestionado	100	100	100	100
Intestino flatulento	100	100	100	100
Yeyuno congestionado	80	80	80	80

En la tabla 3.9, se muestra los resultados patológicos de la aplicación de oxitetraciclina en las diferentes dosis aplicadas por vía oral. La congestión del estómago se presentó en el 100% de los cuyes, la congestión intestinal 100% congestión renal en el 90.00% atelectasia en el 100% timpanismo 100% ciego flatulento en el 100%, corazón congestionado 96.67%; pulmón congestionado se manifestó en el 100% de los cuyes; intestino flatulento se observó en el 100 %; y el yeyuno congestionado se observó en el 80% de los cuyes.

Figura 3.9

Valores porcentuales de los efectos patológicos por la aplicación



Prueba de Chi-cuadrado para efectos patológicos

Si: X^2_{cal} es mayor que la X^2 tabla, entonces se rechaza la H_0 ; es decir, SI existen diferencias significativas.

Si: X^2_{cal} es menor que la X^2 tabla, entonces se acepta la H_0 ; es decir, NO existen diferencias significativas.

Congestión del estomago

	t1	t2	t3		
Observado	10	10	10	30	
esperado	10	10	10	30	
	n	10	10	10	30
X^2_{cal}	0.058	0.058	0.232	0.3478	No existen diferencias
X^2 tabla (2, 0.05)				5.99	

Congestión intestinal

	t1	t2	t3	
Observado	10	10	10	30
esperado	10	10	10	30
n	10	10	10	30

X2 cal 0.190 0.048 0.048 **0.2857** No existen diferencias

X2tabla (2, 0.05) **5.99**

Congestión renal

	t1	t2	t3	
Observado	7	10	10	30
esperado	10	10	10	30
n	10	10	10	30

0.867

X2 cal 0.125 0.000 0.125 **0.7000** No existen diferencias

X2 tabla (2, 0.05) **5.99**

Atelectasia

	t1	t2	t3	
Observado	10	10	10	30
esperado	10	10	10	30
n	10	10	10	30

1

X2 cal 0.213 0.013 0.333 **0.5600** No existen diferencias

X2 tabla (2, 0.05) **5.99**

Timpanismo

	t1	t2	t3	
Observado	10	10	10	30
esperado	10	10	10	30
n	10	10	10	30

1

X2 cal 0.571 0.143 0.143 **0.8571** No existen diferencias

X2 tabla (2, 0.05) **5.99**

Ciego flatulento

	t1	t2	t3	
Observado	10	10	10	30
esperado	10	10	10	30
n	10	10	10	30

1

X2 cal 0.013 0.053 0.013 **0.0800** No existen diferencias
 X2 tabla (2, 0.05) **5.99**

Corazón congestionado

	t1	t2	t3		
Observado	9	10	10	29	
esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	10	30 0.962

X2 cal 0.051 0.205 0.051 **0.3077** No existen diferencias
 X2 tabla (2, 0.05) **5.99**

Pulmón congestionado

	t1	t2	t3		
Observado	10	10	10	30	
esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	30	1

X2 cal 0.058 0.014 0.014 **0.0870** No existen diferencias
 X2tabla (2, 0.05) **5.99**

Intestino flatulento

	t1	t2	t3		
Observado	10	10	10	30	
esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	30	1

X2 cal 0.242 0.061 0.061 **0.3636** No existen diferencias
 X2tabla (2, 0.05) **5.99**

Yeyuno congestionado

	t1	t2	t3		
Observado	8	8	8	24	
esperado	10	10	10	30	
n	10	10	10	30	0.852

X2 cal 0.409 0.409 1.646 **2.4634** No existen diferencias
 X2 tabla (2, 0.05) **5.99**

3.2. Discusión

La patología presentada por los cobayos son: la congestión del estómago (100%) que se produce por aumento de la presión sanguínea como medida compensatoria produciéndose mayor funcionamiento del corazón dada la falta de oxígeno al haber presión de gases producidos por la descompensación de la Flora bacteriana cecal; se observó congestión intestinal (100%), congestión renal (90%); atelectasia (100%); timpanismo (100%); ciego flatulento (100%) corazón congestionado (96.67%); pulmón congestionado (100%); intestino flatulento (100%) y yeyuno congestionado (80%).

La totalidad de los efectos sintomatológicos y patológicos se presentaron en las dosis utilizadas de oxitetraciclina, es decir con 30 mg./kpv, 40 mg./kpv y 60 mg./kpv, notándose más severidad en esta última.

Los efectos sintomatológicos que se presentan con la oxitetraciclina administrada por vía oral son: (100%), stress en el 100% de los cuyes, distensión abdominal; en el 90%; hubo dolor manifiesto en el 100% de los cobayos, después de los síntomas manifiestos de dolor, los cuyes caían de costado y le venía convulsiones previas a la muerte. Se observó que el 80% de los cuyes presentaron sangrado nasal.

La primera muerte de los cuyes se produjo a las 144 horas (6 días) y se prolongaron hasta el octavo día. Fernando Reyes S. (2013), usando penicilina procaínica reporto muerte a las 48 horas de inoculado el antibiótico; L. Huamán N. (2016) reporto muerte a las 48 horas de inocular Lincomicina; J. Benites G. (2018) reporto muerte de cuyes a las 48 horas de la administración de streptomycin.

En el presente trabajo, con la administración de oxitetraciclina, los cuyes tuvieron más tiempo de vida lo que podría significar que este antibiótico es menos perjudicial que los antes mencionados pero la mortalidad es mayor y la patología presentada es de mayor nivel.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de tesis nos permiten concluir que:

1. La patología presentada a la necropsia producida por la oxitetraciclina fueron la congestión del estómago (100%), la congestión intestinal (100%), congestión renal (90.00%), Atelectasia (100%), Timpanismo (100%), ciego flatulento (100%), corazón congestionado (96.67%), pulmón congestionado (100%), intestino flatulento (100%), y el yeyuno congestionado (80%).
2. Los efectos sintomatológicos que se presentaron por efecto de la oxitetraciclina fueron los chillidos (100.00%), el stress (100.00%), la distensión del estómago (96.67%), dolor (100%) y sangrado nasal (80%).
3. El efecto patológico que se observó con mayor gravedad a la necropsia fue la congestión total de los órganos.
4. Los síntomas que se presentaron con mayor intensidad fueron el chillido y el dolor.

RECOMENDACIONES

1. Presentar los resultados obtenidos a los criadores en campo a fin de evitar pérdidas mayores.
2. Experimentar con dosis terapéuticas menores de oxitetraciclina para cobayos y publicar resultados.
3. Efectuar análisis microbiológicos de sangre y coprológicos con la finalidad de observar el grado de cambios en la composición bacteriana.
4. Repetir en campo con un mayor número de animales dada la importancia que implica para los criadores de cobayos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acha P. & Szyfres B. (2003). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales* (3ra edición). OPS-Washington. <https://es.scribd.com/document/157313558/Zoonosis-y-Enfermedades-Transmisibles-Comunes-al-Hombre-y-a-los-Animales-3-ed-Volume-I-Clamidiosis-rickettsiosis-y-virosis-pdf#>
- Álvarez A., Pérez E., Martín, T., Quincosa, J. & Sánchez, A. (2009). *Fisiología Animal Aplicada*. Editorial Universidad de Antioquia. <https://isbn.cloud/9789587142198/fisiologia-animal-aplicada/>
- Anadón, A. (1999). *Jornada Técnica de Avicultura de Puesta*. TROUW Nutrition.
- Antépara, I. (2018). Medicamentos antibióticos. *Tuotromedico*. https://www.tuotromedico.com/medicamentos/medicamentos_antibioticos.htm
- Benito, M. (2007). *Desarrollo y validación de métodos analíticos basados en nuevos elementos de reconocimiento molecular para la determinación de antibióticos - Lactámicos en muestras de interés agroalimentario y medioambiental* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://docta.ucm.es/entities/publication/7b8217b0-bddc-4e28-90de-8910b87393b4>
- Brejov, G. (2016). *Manual de semiología veterinaria*. Universidad de Buenos Aires. <http://www.fvet.uba.ar/fcvanterior/areas/semiologia/03082016/SEMIO-TOMO-1.pdf>
- Briar C. & Lasserson D. (2010). *Lo esencial en sistema nervioso* (2da edición). Elsevier. https://www.todostuslibros.com/libros/lo-esencial-en-sistema-nervioso_978-84-9022-244-7
- Caballero, R. (2014). *Estado actual de los antibióticos (revisión de la literatura)* [Tesis de titulación, Universidad Autónoma del Estado de México]. <https://core.ac.uk/download/pdf/55519569.pdf>
- Caballero, S. & Sumano, H. (1994). ¿Es el estrés el que controla la respuesta inmune o viceversa? *Veterinaria México*, 25(2), 99-103. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=23428>
- Caballero, S. & H. Sumano. (1993). Caracterización del estrés en bovinos. *Archivos de medicina veterinaria*, 25(1), 1-12.

- Calderwood, s. & Moellering, R. (1990). Principles of anti-infective therapy. en Stein, J. (eds.) *Internal Medicine*. Boston.
- Callañaupa, P. (2001). *Niveles de sustitución de alfalfa por concentrado comercial “Cogorno” en la alimentación de cuyes machos mejorados de Recría INIA – Canaán 2750 m.s.n.m.* [Tesis de titulación, UNSCH].
- Caruana, A. (2000). Estrés en animales.
- Castro, J. & Chironos, D. (1997). *Nutrición y Alimentación de cuyes*, Huancayo.
- Caycedo, A. (1981). *Memoria del I Seminario andino de cuyecultura* [Universidad de Nariño].
- Chauca, L. (1995). *Sistemas de producción de cuyes. Serie Guía Didáctica: Crianza de cuyes*. INIA.
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus). Producción y Sanidad animal*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Crosby, N. (1991). “*Current trends in agricultural practice*”, en Ellis Horwood (ed.) *Determination of Veterinary Residues in Food*, Ellis Howood Limited, London (Inglaterra).
- Dahme, E. & Weiss, E. (1988). *Gundriss der speziellen pathologischen anatomie der haustiere*. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. <https://docplayer.org/38431036-Grundriss-der-speziellen-pathologischen-anatomie-der-haustiere.html>
- Dungworth, D. (1990). El Sistema Respiratorio. En Jubb, K., Kennedy, P. & Palmer, N. *Patología de los Animales Domésticos* (3ra edición). Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. <https://biblat.unam.mx/es/revista/veterinaria-argentina/articulo/jubb-kvf-kennedy-pc-palmer-n-patologia-de-los-animales-domesticos-tomo-i-editorial-hemisferio-sur-buenos-aires-1988>
- Fernández, M. (2003). Estudios de conducta para mejorar el bienestar en las granjas.
- Flórez, M., Armijo, J. & Mediavilla, A. (1989). *Farmacología humana*. Eunsa. Barcelona.
- Forsythe, S, & Parker, D. (1985). Urea turnover and transfer to the digestive tract in the rabbit. *British Journal of Nutrition*, 53(1), 183-190. <https://doi.org/10.1079/BJN19850022>
- Gil, V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Archivo latinoamericano de producción animal*. 15(), 216-217. <https://www.bioline.org.br/pdf?la07056>

- Goodman, T., Rall, A. Nies, P. (1993). *Las bases farmacológicas de la terapéutica*. Médica Panamericana.
- Holting , G. (2009). De los procesos de la producción de cuyes. En Aliaga L., Moncayo R., Rico E. & Caycedo, A. *Producción de Cuyes*. Fondo Editorial UCSS.
- Huamán M. (2007). *Manual técnico para la crianza de cuyes en el valle del Mantaro*. Coordinadora Región Centro.
- INIA. (2001). *Mejora tu producción de cuyes*. Manual 7. Lima.
- Jiménez. 2007. *Valoración energética de diferentes tipos de maíz (Zea mays) utilizado en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1763>
- Jones, T. & Hunt, R. (1984). *Patología Veterinaria*. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires.
- López, A. (1995). Respiratory System. En Carlton, W. & McGavin, M. *Thomson's Special Veterinary Pathology* (2a Edition), Mosby. St. Louis. <https://www.abebooks.com/9780801679681/Thomsons-Special-Veterinary-Pathology-Carlton-0801679680/plp>
- López, A., García, F., Clerencia, M. & Ortiz, J. (s.f.). Situaciones clínicas más relevantes: Dolor. 721-731. http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-doc/dolor_1.pdf
- Mattos. J., Palacios, G., Glorio, P. & Morales, S. (2013). Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) como aditivo no nutricional en la estimulación de *Lactobacillus* sp., y control de *Salmonella* Typhimurium en cuyes de carne. *Científica*, 10(2), 123-134. https://www.researchgate.net/profile/Siever-C/publication/293488443_Efecto_de_la_muna_como_aditivo_no_nutricional/links/56b8fe7d08ae39ea9905be7e/Efecto-de-la-muna-como-aditivo-no-nutricional.pdf
- MedlinePlus. (2021). *Antibióticos*. <https://medlineplus.gov/spanish/antibiotics.html>
- Merskey, H. (1979). A list with definitions and notes on usage. Recommended by IASP Subcommittee on Taxonomy. *Pain*, 6, 249-252.
- Ministerio de Agricultura. (2003) *Tecnificación de la crianza de cuyes para el mercado nacional*. Sistemas de Crianza
- Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. (s.f.). *Ficha técnica (resumen de características del producto)*. <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2017/3/9/111338.pdf>

- Morales S. (2013). *Sanidad en Sistemas de Crianza Comercial de Cuyes*. XXXVI Reunión Científica Anual de la Asociación de Producción Animal.
- Morales, S. (2012). Patógenos Oportunistas por Transmisión Fecal Oral en Cuyes Reproductores Introducidos al Distrito de San Marcos. *Científica*, 9(1): 33-38.
- Morales, S., Mattos, J. & Calle, S. (2007). *Efecto de la muña (Satureja parvifolia) en la dinámica de la infección por Salmonella enterica en cobayos*. XXX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Cuzco-Perú.
- National Research Council [NRC] & National Academy Of Sciences [NAS]. (1995). *Nutrient Requirements of Laboratory Animals* (4ta Edition). <http://www.nap.edu/openbook/0309051266/html/104.html>
- National Research Council. (1995). *Nutrient requirement of laboratory animals* (Publicación n° 990. 4th). Ed. Washington D.C.
- Organización Mundial de Salud animal [OIE]. (2008). *Manual de la OIE sobre animales terrestres* 2008. http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.09.09.%20Salmonelosis.pdf
- Ortega, E., Arellano, G. & Morales, M. (1988). *Revista de Investigación Clínica*.
- Peeters, M., Gil, D., Teske, E., Eyzenbach, W., Brom, W., Lumeij, J. & De Vries, H. (1988). Four methods for general anesthesia in the rabbit: A comparative study. *Laboratory Animals*, 22, 355-360. <https://doi.org/10.1258/002367788780746197>
- Pillou, J. (5 de enero de 2015). *Vida de administración*. CCM Salud. <https://salud.ccm.net/faq/21302-via-de-administracion-definicion>
- Reglamento n° 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los aditivos en la alimentación animal*.
- Rico, E. & Rivas, C. (2003). *Manual sobre manejo de cuyes*. Benson Agriculture and Food Institute.
- Rico, E. & Rivas, C. (2004). *Manejo Integrado de Cuyes. Proyecto Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia Mejocuy*. Universidad Mayor de San Simón. Editorial Poligrafía.
- Rigoni, M., Castrovilli, C. & Cicogna, M. (1993). The digestive utilization of nutrients and energy in the guinea pig and rabbit. En *X Congress Bologna. Stazione sperimentale di Zootecnia*. Association Scientifica di produzione Animali (ASPA). Università di Milano, Italia.

- Rimbaud, E. (2004). *Semiología, semiótica y propedéutica de los bovinos*. Universidad de Ciencias Comerciales. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Rimbaud2004c.pdf>
- Roldán, L. (2021). Antibiosis: definición y ejemplos. *Ecología verde*. <https://www.ecologiaverde.com/antibiosis-definicion-y-ejemplos-2281.html>
- Sakaguchi, E. (2003). Digestive strategies of Small Hindgut fermenters. *Animal Science journal*, 74(5), 327-337. <https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2003.00124.x>
- Sarria, J. (2011). *El cuy. Crianza tecnificada. Manual técnico en cuyicultura n°1*. Oficina Académica de extensión y proyección social de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Torres, E. (2015). *Protocolo de administración de medicamentos*. Hospital Iquique. <https://www.hospitaliquique.cl/images/PCI/GCL-1.2.6-Adm-Med-E.V.pdf>
- Trigo, F. (1992). *Patología Sistémica Veterinaria* (2da Edición). Nueva Editorial Interamericana.
- Vergara, V. (2008). Avances en nutrición y alimentación en cuyes. En *XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal*. Simposio: Avances sobre la producción de cuyes en el Perú. Lima.
- Villanueva, Y. (2001). *Crianza de Cuyes*. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Vivas, A. & Carballo, D. (2009). Manual de crianza de cobayos (*Cavia porcellus*). Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENLO1V856.pdf>
- Wikipedia. (11 de noviembre de 2022). *Diseño experimental*. https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_experimental
- Wikipedia. (19 de febrero de 2023). *Antibiótico de amplio espectro*. https://es.wikipedia.org/wiki/Antibi%C3%B3tico_de_amplio_espectro
- Wikipedia. (27 de julio de 2023). *Estrés*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Estr%C3%A9s>
- Wikipedia. (4 de mayo de 2023). *Dolor*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Dolor>
- Wikipedia. (6 de agosto de 2023). *Tetraciclina*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Tetraciclina>
- Wikipedia. (9 de febrero de 2023). *Oxitetraciclina*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Oxitetraciclina>
- World Health Organization. (1997). *The medical impact of the use of antimicrobials in food animals*. Report of a World Health Organization's meeting.
- Yates, W. (1988). Respiratory System. En Thomson, R. *Special Veterinary Pathology*. B.C. Decker Inc. Toronto.

- Yun, Ch., Lillehoj, Hs. & Lillehoj, E. (2000). *Intestinal immune responses to coccidiosis*.
Developmental and comparative immunology.
- Zaldívar, A. (1976). Crianza de cuyes y generalidades. En *I Curso nacional de cuyes*.
Universidad Nacional del Centro. Huancayo.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de laboratorio

REGISTRO DIARIO DE LABORATORIO – TESIS

Ficha N°

Grupo N°

DATOS GENERALES	EDAD	SEXO	COLOR	PESO INICIAL	PESO MUERTE

Fecha	Hora Administr.	Antibiótico	Dosis	Solución c.c.	Vía	Fecha y hora de muerte

Observaciones:

Síntomas:

Hallazgos a la necropsia:

Anexo 2. Panel fotográfico



Foto 1. Instalación de cuyes (descanso de 24 horas)



Foto 2. Oxitetraciclina, antibiótico de prueba



Foto 3. Pesada de cuyes



Foto 4. Muerte del primer cobayo después de 7 días. Autopsia



Foto 5. Lesiones patológicas del Cobayo B-IV (congestión generalizada)



Foto 6. Hígado congestionado y hepatomegalia

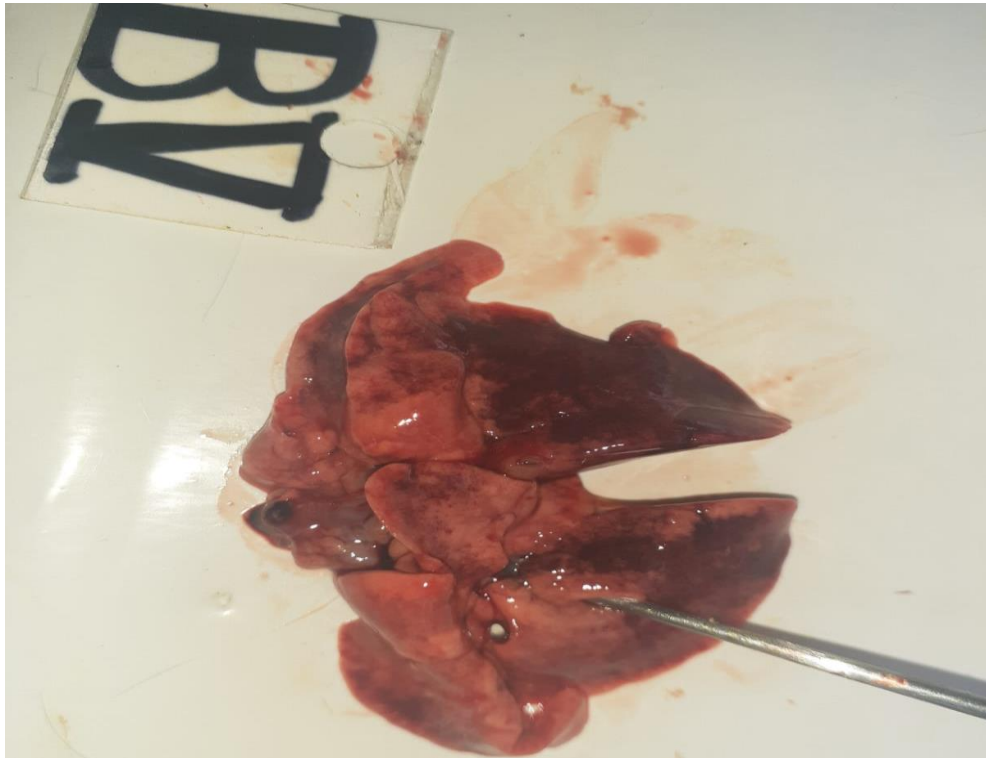


Foto 7. Congestión pulmonar



Foto 8. Flatulencia intestinal



Foto 9. Detallando los efectos patológicos: ciego e intestino flatulento



Foto 10. Ruptura intestinal



Foto 11. Congestión generalizada y timpanismo

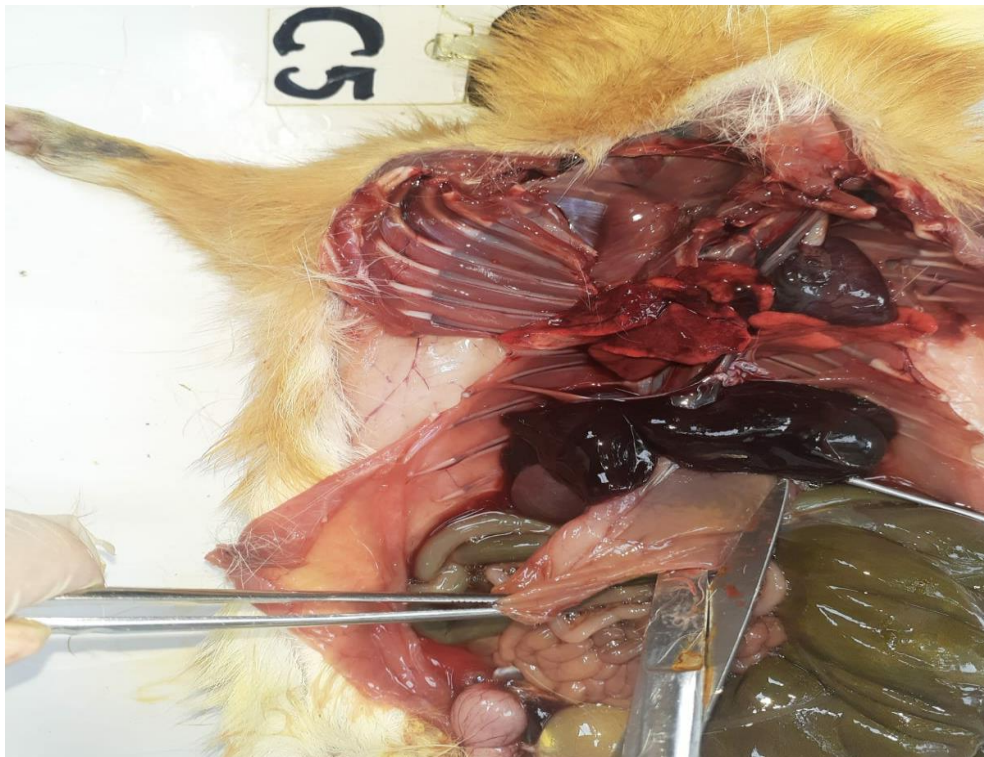


Foto 12. Congestión de pulmones, estómago y corazón

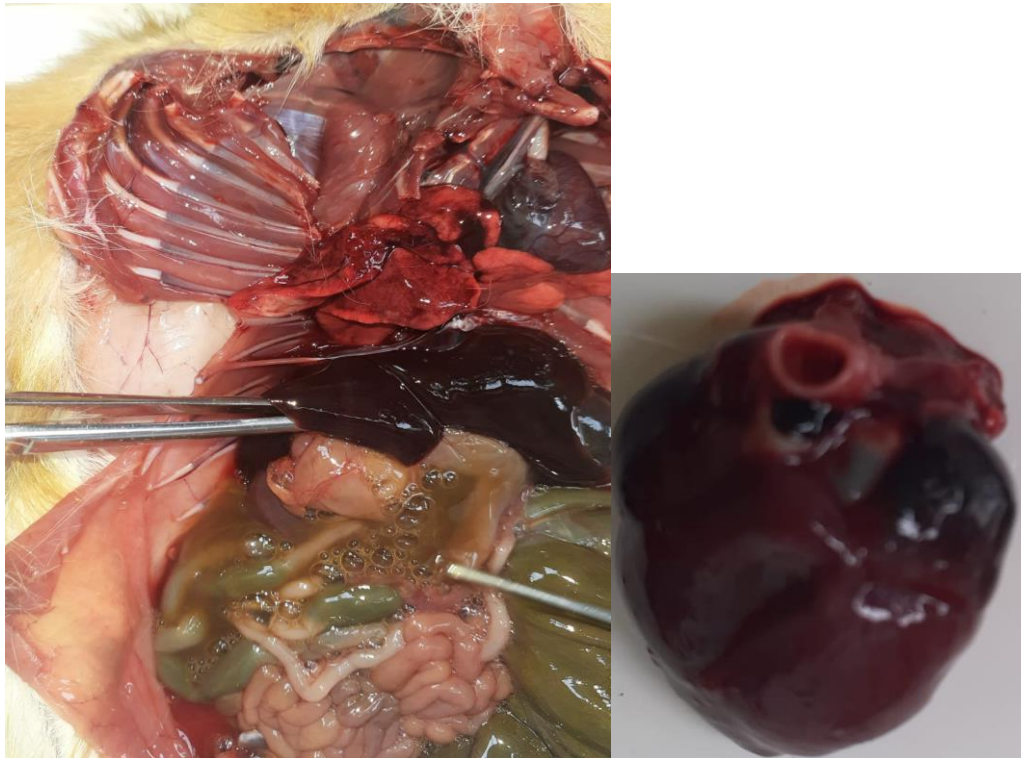


Foto 13. Corazón congestionado: hepatomegalia y cardiomegalia

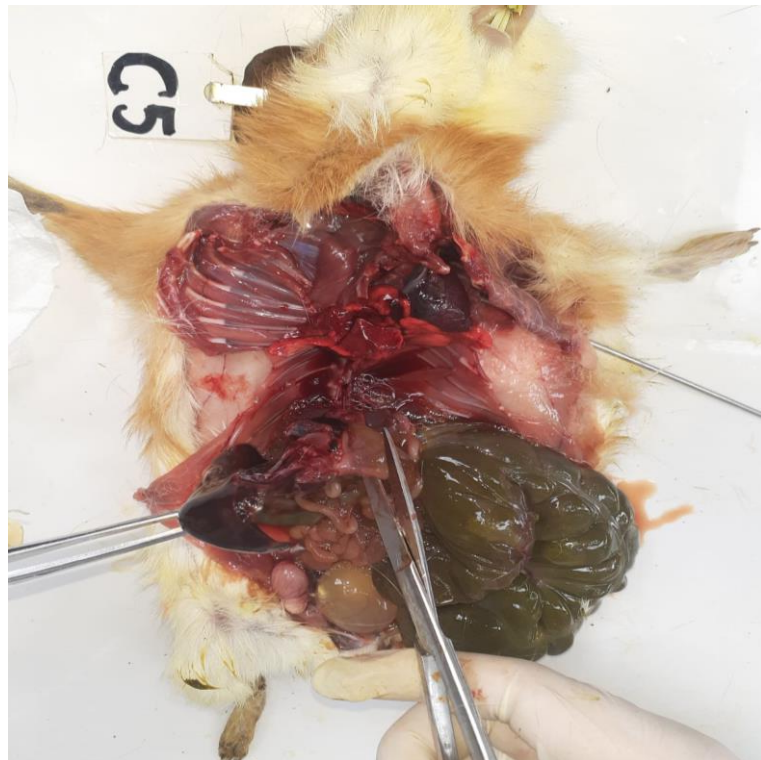


Foto 14. Pulmón congestionado



Foto 15. Flatulencia manifiesta



Foto 16. Ciego e intestinos flatulentos



Foto 17. Congestión estomacal, intestinal, cecal: flatulencia

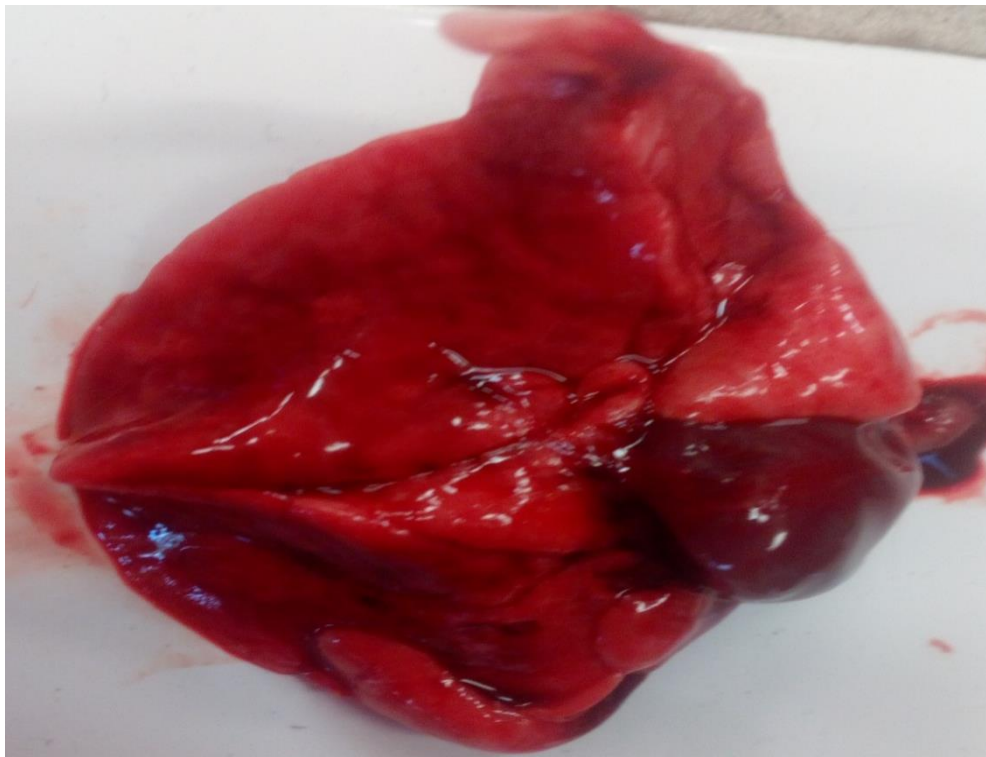


Foto 18. Corazón y pulmones congestionados: cardiomegalia

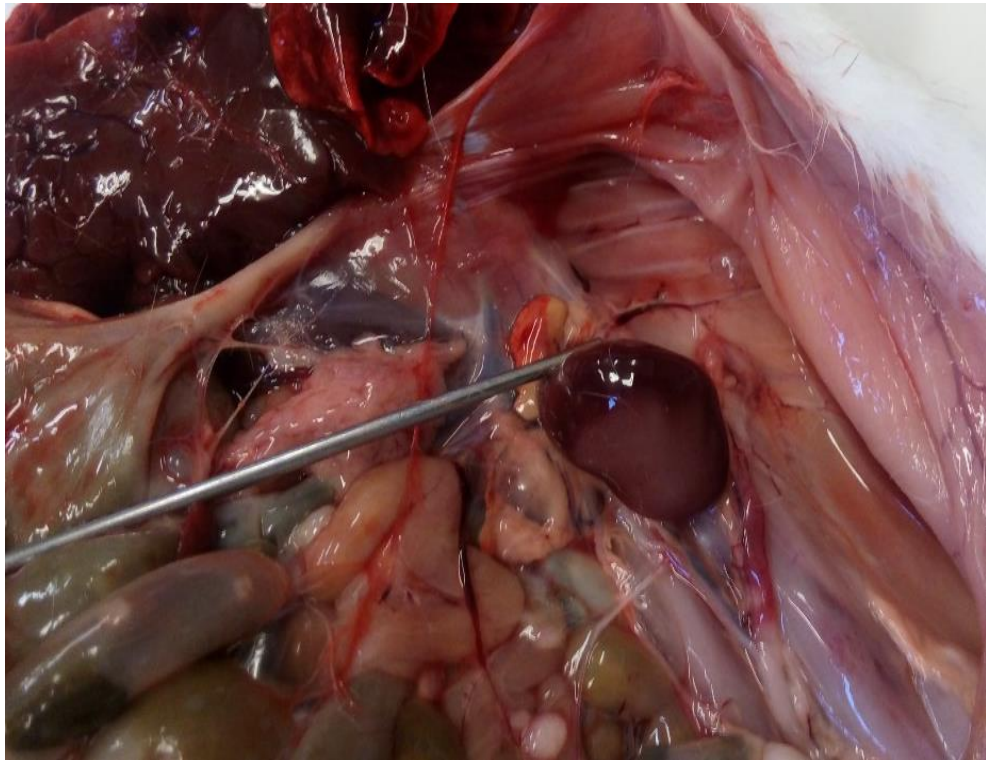


Foto 19. Congestión renal



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. FERNANDO JOEL OSNAYO LEON
R.D. N° 206-2023-UNSCH-FCA-D


En la ciudad de Ayacucho a los veintiún días del mes de junio del año dos mil veintitrés, siendo las once horas con cinco minutos, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Dr. Rolando Bautista Gómez, los miembros del jurado conformado por el Mg. Florencio Cisneros Nina, Mg. Jim Herbert Alfredo Lecaros De Córdova como asesor, Mg. Julio César Soto Palacios y el Dr. César Augusto Olaguivel Flores, actuando como secretario docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Síntomas y alteraciones orgánicas por uso de Oxitetraciclina administrada vía oral en Cavia porcellus (cobayo) - Ayacucho 2020**, para obtener el Título Profesional de Médico Veterinario presentado por el **Bachiller FERNANDO JOEL OSNAYO LEON**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos, solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó al sustentante y asistentes abandonar temporalmente el auditorio para la deliberación y calificación por parte de los miembros de la comisión, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Mg. Florencio Cisneros Nina	14	13	14	14
Mg. Jim Herbert Alfredo Lecaros De Córdova	16	16	16	16
Mg. Julio César Soto Palacios	14	12	13	13
Dr. César Augusto Olaguivel Flores	16	15	16	15.66
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Mg. Florencio Cisneros Nina
Presidente


.....
Mg. Jim Herbert Alfredo Lecaros De Córdova
Asesor


.....
Mg. Julio César Soto Palacios
Jurado


.....
Dr. César Augusto Olaguivel Flores
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y contolar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hacen constar que el trabajo titulado;

Síntomas y alteraciones orgánicas por uso de Oxitetraciclina administrada vía oral en *Cavia porcellus* (cobayo) - Ayacucho 2020

Autor : Fernando Joel Osnayo Leon

Asesor : Jim Herbert Alfredo Lecaros De Córdova

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veintiseis por ciento (26 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2187528877

Ayacucho, 06 de octubre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

M. Sc. Walter A. Mateu Matea
Pte. Comisión Turnitin - FCA

Síntomas y alteraciones
orgánicas por uso de
Oxitetraciclina administrada vía
oral en *Cavia porcellus* (cobayo)
– Ayacucho 2020
por FERNANDO JOEL OSNAYO LEON

Fecha de entrega: 06-oct-2023 08:33a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2187528877

Nombre del archivo: osnayo_leon_turniting_ultimo_1.pdf (3.29M)

Total de palabras: 26465

Total de caracteres: 152244

Síntomas y alteraciones orgánicas por uso de Oxitetraciclina administrada vía oral en Cavia porcellus (cobayo) – Ayacucho 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	18%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
3	es.wikipedia.org Fuente de Internet	2%
4	e-spacio.uned.es Fuente de Internet	<1%
5	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	prevencionsaludproactiv.com Fuente de Internet	<1%
7	dokumen.pub Fuente de Internet	<1%
8	pdfslide.tips Fuente de Internet	<1%

9 Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica <1 %
Trabajo del estudiante

10 121044061153359.blogspot.com <1 %
Fuente de Internet

11 Submitted to Universidad Rey Juan Carlos <1 %
Trabajo del estudiante

12 hdl.handle.net <1 %
Fuente de Internet

13 repositorio-aberto.up.pt <1 %
Fuente de Internet

14 botplusweb.portalfarma.com <1 %
Fuente de Internet

15 cybertesis.uach.cl <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

SÍNTOMAS Y ALTERACIONES ORGÁNICAS POR USO DE OXITETRACICLINA ADMINISTRADA VÍA ORAL EN *Cavia porcellus* (COBAYO) - AYACUCHO 2020

Fernando Joel Osnayo Leon

Email: fosnayops3@gmail.com

Jim Herbert Alfredo Lecaros De Córdova

Email: jimlecaros@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Medicina y salud animal y saneamiento ambiental

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos de la Oxitetraciclina administrada vía oral en cobayos y su repercusión anatómica y patológica en el animal, observando la sintomatología que produce suministrando el fármaco en dosis de 30 mg/kg de peso vivo, 40mg/kg de peso vivo y 60 mg/kg de peso vivo. La investigación se realizó con 30 cobayos divididos en 2 grupos de 15 animales y a su vez sub divididos en 3 sub grupos respectivamente, se observaron los síntomas y signos post administración del fármaco y a la necropsia se distinguió lesiones en los diferentes órganos más importantes como son: el hígado, el bazo, los pulmones, corazón, riñones y en el sistema digestivo, dándonos indicios muy claros sobre la toxicidad del fármaco en la producción de cobayos. Fueron muy apreciables los cuadros atelectásicos, la congestión pulmonar, se encontraron hemorragias pulmonares. Otras lesiones fueron cardiomegalia con congestión y riñones completamente congestionados. Todas las patologías encontradas definitivamente fueron causantes de la mortalidad en los cuyes teniendo como causa el uso de la Oxitetraciclina. Los síntomas que se observaron fueron chillidos, luego el abdomen distendido, stress producido por el dolor y finalmente flujo sanguíneo nasal, la coloración gris del sistema digestivo especialmente en las porciones intestinales, esta sintomatología se observó con las dosis de 30, 40 y 60 miligramos por kilo de peso vivo.

Palabras clave: Cobayo, oxitetraciclina, sintomatología, patología.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of oxytetracycline administered orally in guinea pigs and its anatomical and pathological repercussions in the animal, observing the symptoms produced by administering the drug in doses of 30 mg/kg live weight, 40 mg/kg live weight and 60 mg/kg live weight. The research was carried out with 30 guinea pigs divided into 2 groups of 15 animals and in turn subdivided into 3 subgroups respectively, the symptoms and signs were observed after administration of the drug and at necropsy lesions were observed in the different most important organs such as: liver, spleen, lungs, heart, kidneys and digestive system, giving us very clear indications about the toxicity of the drug in the production of guinea pigs. The atelectasis, pulmonary congestion and pulmonary hemorrhages were very noticeable. Other lesions were cardiomegaly with congestion and completely congested kidneys. All the pathologies found were definitely the cause of mortality in guinea pigs due to the use of oxytetracycline. The observed symptomatology consisted of squeaking, followed by distended abdomen, stress produced by pain and finally nasal blood flow, gray coloration of the digestive system especially in the intestinal portions, this symptomatology was observed with doses of 30, 40 and 60 milligrams per kilogram of live weight.

Keywords: Guinea pig, oxytetracycline, symptomatology, pathology.

INTRODUCCIÓN

Los tratamientos disponibles en las clínicas destinadas a los cobayos que se mantienen como mascotas se encuentran limitados a un reducido conjunto de fármacos, los cuales, lamentablemente, muestran resultados insatisfactorios en la mitigación de infecciones. En particular, el uso del antibiótico oxitetraciclina, a pesar de ser un agente de amplio espectro que ha demostrado eficacia en tratamientos aplicados a otras especies, presenta un elevado índice de mortalidad en cobayos. Esto se debe a los trastornos que ocasiona, principalmente a nivel del sistema digestivo, lo que complica el funcionamiento de los distintos sistemas orgánicos.

El descubrimiento de los agentes farmacológicos ampliamente reconocidos como antibióticos inicialmente generó optimismo en cuanto a la posibilidad de controlar infecciones, particularmente aquellas que afectan el sistema respiratorio y digestivo. Sin embargo, con el transcurso del tiempo, se evidenciaron problemas que tuvieron consecuencias significativas en términos de mortalidad de roedores, en particular, la especie *Cavia porcellus*, es decir, los cobayos.

Con respecto al impacto de su acción en las bacterias, los antimicrobianos se dividen en dos categorías: bacteriostáticos y bactericidas, según si detienen el crecimiento o causan la lisis de las bacterias, respectivamente (Flórez, 1989).

Cuando se hace necesario recurrir a quimioterápicos para tratar procesos infecciosos, es de vital importancia contar con conocimiento preciso de las dosis efectivas, ya que una administración en exceso puede desencadenar daños severos. La oxitetraciclina, por ejemplo, demuestra una eficaz acción en el tratamiento quimioterapéutico de infecciones en diversas especies. Sin embargo, en el caso particular de los cobayos, su aplicación resulta letal, aunque hasta el momento se dispone de un conocimiento limitado sobre los problemas patológicos y los síntomas asociados, estando la atención centrada principalmente en los trastornos de la flora intestinal.

En este sentido, resulta imperativo obtener una comprensión más completa de los efectos patológicos generados por la oxitetraciclina en cobayos, con el propósito de establecer protocolos de tratamiento que aborden el impacto negativo de diversos antibióticos en esta especie. Este enfoque tiene como objetivo reducir las elevadas tasas de mortalidad y mejorar la supervivencia, lo que a su vez contribuirá a reducir los costos de producción y así ayudar a incrementar los ingresos para aquellos empresarios dedicados a la crianza de cobayos.

Objetivo general

Identificar los efectos patológicos por el uso de oxitetraciclina administrada por vía oral en cobayos (*Cavia porcellus*) en Ayacucho.

Objetivo específico

Identificar la sintomatología por el uso de oxitetraciclina administrada por vía oral en cobayos (*Cavia porcellus*) en Ayacucho.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Avenida Mariscal Cáceres N° 545, en el Barrio de la Magdalena, en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, Perú. Las coordenadas geográficas de Ayacucho son las siguientes: Longitud -74°13'23.56" y Latitud -13°9'31.61", a una altitud de 2 760 metros sobre el nivel del mar.

Materiales y equipos

Material biológico

- Cobayos - 30
- Oxitetraciclina
- Alfalfa y agua

Material no biológico

- Mandil Blanco
- Guantes
- Equipo de disección
- Jeringas hipodérmicas
- Jaulas
- Estetoscopio
- Comederos
- Bebederos
- Balanzas

Material de escritorio

- Papel A4
- Lapiceros
- Plumones
- Borrador
- Regla

Equipos

- Refrigeradora
- Computadora
- Calculadora

Metodología

Se seleccionó 30 cobayos de pesos entre 200 a 360 gramos con un promedio de 2 meses de edad de una granja local, todos los animales se encontraron en un estado de salud óptima, escogidos al azar.

Se hicieron registros para cada uno de los cobayos y se formaron 2 grupos (A y B), y 3 subgrupos (G1, G2, G3, G4, G5, G6,) con 5 cobayos por cada sub grupo. Cada cobayo en una jaula individual donde se les proporciono una alimentación en base a forraje verde, alfalfa (*Medicago sativa*) y agua ad libitum.

El pesaje se realizó y a cada uno de los cobayos se le administró, por vía oral oxitetraciclina con dosis de 30 mg. /Kg. de peso vivo. (dos subgrupos), 40 mg. / Kg. de peso vivo (dos subgrupos) y 60 mg. / Kg. de peso vivo (dos subgrupos) cada 8 horas hasta provocar sintomatología y la muerte.

Se observó y describió la sintomatología que se presentó en cada uno de los tratamientos hasta la muerte, se efectuó la necropsia, se detalló la patología producida por el antibiótico y se fotografiaron los órganos con las lesiones.

Los datos obtenidos se analizaron en cada sub grupo y se realizó la comparación para obtener las conclusiones requeridas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Se evaluaron los efectos sintomatológicos y las lesiones anatómo-patológicas de los 30 cobayos luego de la aplicación vía oral de oxitetraciclina en dosis de 30, 40 y 60mg/kg de peso vivo.

Se presentaron los síntomas como distensión abdominal, stress, chillidos fuertes, muestras de dolor y timpanismo. La muerte de los cobayos se presentó desde el día 3 hasta el día 8 desde la aplicación del fármaco.

La sintomatología que se manifestó por el uso de la oxitetraciclina, dio los siguientes resultados; la distensión abdominal observada en el 100% de los cobayos, el stress se presenta en el 100% de los cobayos, los chillidos se manifiestan en el 93.3% de los cobayos, el dolor en el 100% y el timpanismo en el 96.7% de los cobayos.

Tabla 1

Resultados porcentuales de la manifestación de efectos sintomatológicos observados en los 6 grupos por la administración de oxitetraciclina, vía oral a los cobayos

Efectos sintomatológicos	G1 +G4	G2+G5	G3+G6	TOTAL	%
Chillidos	10	10	10	30	100
Stress	10	10	10	30	100
Distensión abdominal	9	10	10	29	96.7
Dolor	10	10	10	30	100
Sangrado nasal	8	8	9	24	80

Oxitetraciclina por vía oral en dosis de 30, 40 y 60 mg/kg de peso vivo a la necropsia, fueron: distensión abdominal acompañado de flatulencia intestinal y cecal, también se presentó congestión estomacal e intestinal severas, a nivel de cavidad torácica se observó congestión y hemorragias pulmonares, acompañado de cardiomegalia y congestión cardiaca, la congestión renal se observó en un porcentaje elevado.

Los porcentajes en las lesiones anatomo-patológicas observadas son: flatulencia abdominal 100%, flatulencia intestinal 100%, flatulencia cecal 90%, congestión estomacal 96.7%, congestión intestinal 100%, pulmón atelectásico 93.3%, congestión pulmonar 100%, pulmón hemorrágico 80.0%, cardiomegalia 100%, congestión cardiaca 100% y congestión renal 90.3%.

Tabla 2

Resultados porcentuales de la manifestación de efectos patológicos observados en los 6 grupos por la administración de oxitetraciclina, vía oral a los cobayos

Efectos patológicos	30 mg/k.p.v. %	40 mg/k.p.v. %	60 mg/k.p.v. %	TOTAL %
Congestión del estómago	100	100	100	100
Congestión intestinal	100	100	100	100
Congestión renal	70	100	100	90
Atelectasia	100	100	100	100
Timpanismo	100	100	100	100
Ciego flatulento	100	100	100	100
Corazón congestionado	90	100	100	96.67
Pulmón congestionado	100	100	100	100
Intestino flatulento	100	100	100	100
Yeyuno congestionado	80	80	80	80

DISCUSIÓN

La patología presentada por los cobayos son: la congestión en el órgano estomacal (100%) el cual se ha producido por un excesivo incremento de la presión sanguínea como medida compensatoria produciéndose mayor funcionamiento del corazón, mayor bombeo

de la sangre, por la ausencia de oxígeno por la presencia de gases producidos que da mayor presión en esta cavidad, procedentes por la descompensación de la flora bacteriana cecal; se observó congestión de los intestinos (100%), congestión de los riñones (90%); atelectasia (100%); timpanismo (100%); ciego flatoso (100%) congestión del corazón (96.67%); congestión pulmonar (100%); intestino flatoso (100%) y congestión del yeyuno (80%).

Estos efectos sintomáticos y patológicos en su totalidad manifestándose en las dosis utilizadas de oxitetraciclina, es decir se usó 30 mg./kpv, 40 mg./kpv y 60 mg./kpv, se observó más sintomatologías severas en la última dosis.

La sintomatología por el uso de la oxitetraciclina mediante vía oral dio los siguientes resultados: (100%), stress en el 100% de los cobayos, distensión abdominal; en el 90%; hubo dolor manifiesto de 100% de los cobayos, después de los síntomas de dolor que manifestaron los cobayos, caían de costado y le venía convulsiones previas a la muerte. Se observó que el 80% presentaron sangrado nasal.

Durante el uso de la oxitetraciclina (antibiótico) se produjo la primera muerte del cobayo a las 144 horas (6 días) y éste se prolongó hasta el día ocho con intervalos no secuenciales. Este hecho guarda similitud con la investigación de Fernando Reyes S. (2013), quien reporta la primera muerte del cobayo a las 48 horas de ser inoculado la penicilina procaínica (antibiótico).

En el presente trabajo, con la administración de oxitetraciclina, los cobayos tuvieron más tiempo de vida del cual se deduce que este antibiótico es menos dañino que los antes mencionados, pero cabe recalcar que la mortalidad es mayor y la patología presentada es de mayor nivel.

CONCLUSIONES

1. La necropsia mostró la patología producida por la oxitetraciclina, que fueron, la congestión del estómago (100%), la congestión intestinal (100%), congestión renal (90.00%), Atelectasia (100%), Timpanismo (100%), ciego flatulento (100%), corazón congestionado (96.67%), pulmón congestionado (100%), intestino flatulento (100%), y el yeyuno congestionado (80%).
2. La sintomatología producida como efecto del uso de la oxitetraciclina fueron los chillidos (100.00%), el stress (100.00%), el estómago distendido (96.67%), dolor (100%) y sangrado nasal (80%).

3. El efecto patológico de mayor de importancia que provocó el uso de este fármaco en la necropsia fue la congestión de órganos.

RECOMENDACIONES

1. Presentar los resultados obtenidos a los criadores en campo a fin de evitar pérdidas mayores.
2. Experimentar con dosis terapéuticas menores de oxitetraciclina en cobayos y publicar resultados.
3. Efectuar análisis microbiológicos de sangre y coprológicos con la finalidad de observar el grado de cambios en la composición bacteriana.
4. Repetir en campo con un mayor número de animales dada la importancia para los criadores de cobayos.

REFERENCIAS

- Acha P. & Szyfres B. (2003). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales (3ra edición). OPS-Washington. <https://es.scribd.com/document/157313558/Zoonosis-y-Enfermedades-Transmisibles-Comunes-al-Hombre-y-a-los-Animales-3-ed-Volume-I-Clamidiosis-rickettsiosis-y-virosis-pdf#>
- Antépara, I. (2018). Medicamentos antibióticos. Tuotromedico. https://www.tuotromedico.com/medicamentos/medicamentos_antibioticos.htm
- Benito, M. (2007). Desarrollo y validación de métodos analíticos basados en nuevos elementos de reconocimiento molecular para la determinación de antibióticos - Lactámicos en muestras de interés agroalimentario y medioambiental [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://docta.ucm.es/entities/publication/7b8217b0-bddc-4e28-90de-8910b87393b4>
- Caballero, S. & H. Sumano. (1993). Caracterización del estrés en bovinos. Archivos de medicina veterinaria, 25(1), 1-12.
- Caballero, S. & Sumano, H. (1994). ¿Es el estrés el que controla la respuesta inmune o viceversa? Veterinaria México, 25(2), 99-103. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=23428>

- Cabreara A. (1953). Los roedores argentinos de la familia Cavidae. Universidad de Buenos Aires. <http://pidba.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/Los-Roedores-Argentinos-de-la-Familia-Caviidae.pdf>
- Dahme, E. & Weiss, E. (1988). Grundriss der speziellen pathologischen anatomie der haustiere. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. <https://docplayer.org/38431036-Grundriss-der-speziellen-pathologischen-anatomie-der-haustiere.html>
- Dungworth, D. (1990). El Sistema Respiratorio. En Jubb, K., Kennedy, P. & Palmer, N. Patología de los Animales Domésticos (3ra edición). Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. <https://biblat.unam.mx/es/revista/veterinaria-argentina/articulo/jubb-kvf-kennedy-pc-palmer-n-patologia-de-los-animales-domesticos-tomo-i-editorial-hemisferio-sur-buenos-aires-1988>
- Dahme, E. & Weiss, E. (1988). Grundriss der speziellen pathologischen anatomie der haustiere. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. <https://docplayer.org/38431036-Grundriss-der-speziellen-pathologischen-anatomie-der-haustiere.html>
- Dungworth, D. (1990). El Sistema Respiratorio. En Jubb, K., Kennedy, P. & Palmer, N. Patología de los Animales Domésticos (3ra edición). Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. <https://biblat.unam.mx/es/revista/veterinaria-argentina/articulo/jubb-kvf-kennedy-pc-palmer-n-patologia-de-los-animales-domesticos-tomo-i-editorial-hemisferio-sur-buenos-aires-1988>