



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA ZOOTECNIA

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Zootecnista.

Título del Proyecto de Investigación:

“ANTIBIOTERAPIA NATURAL *IN VITRO* CONTRA PROCESOS BACTERIANOS
GASTROINTESTINALES DE CUYES (*Cavia porcellus linnaeus*)”

Autora:

CASTRO MAYORGA ALEJANDRA MARIA

Director (a) del Proyecto de Investigación:

Dra. Aimé Batista Casacó

Mocache – Los Ríos - Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Alejandra María Castro Mayorga**, declaro que la presente investigación es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se contienen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Alejandra María Castro Mayorga
C.C.: 1805282264
AUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRADORA
CURRICULAR**

La suscrita, **Dra. Aimé Batista Casacó**. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), certifica que el estudiante Alejandra María Castro Mayorga, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, “**ANTIBIOTERAPIA NATURAL IN VITRO CONTRA PROCESOS BACTERIANOS GASTROINTESTINALES DE CUYES (*Cavia porcellus*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Aimé Batista Casco
TUTORA DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE
COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO**

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, la suscrita **Dra. Ana Álvarez**, en calidad de asesora del Proyecto de Investigación titulado **“ANTIBIOTERAPIA NATURAL *IN VITRO* CONTRA PROCESOS BACTERIANOS GASTROINTESTINALES DE CUYES (*Cavia porcellus*)”**, de autoría del estudiante de la carrera de Ingeniería Zootécnica, **Alejandra María Castro Mayorga**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 7% el mismo que es permitido por el mencionado Software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	TESIS ALEJANDRA CASTRO .docx (D151401461)
Presentado	2022-11-29 10:00 (-05:00)
Presentado por	alejandra.castro2016@uteq.edu.ec
Recibido	aalvarezs.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	TESIS ALEJANDRA CASTRO MAYORGA Mostrar el mensaje completo
	7% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Dr. Ana Álvarez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Título

**“ANTIBIOTERAPIA NATURAL IN VITRO CONTRA PROCESOS BACTERIANOS
GASTROINTESTINALES DE CUYES (*Cavia porcellus linnaneus*)”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Zootecnista

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
DR. ADOLFO SÁNCHEZ LAIÑO

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
ING.ALEXANDRA BARRERA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
DRA.ANA ALAVEREZ

Mocache – Los Ríos – Ecuador
2022

DEDICATORIA

En primera estancia se lo dedico Dios que jamás me dejó desmayar en momentos difíciles, y con mayor significancia a mi madre Sra. Nelly Mayorga Briones quien ha sido un pilar fundamental en mis esfuerzos de superación personal, siendo mi motor emocional para seguir adelante con cada meta que me propongo quien de forma directa esta relacionada con el éxito actual que he alcanzado un escalón más para continuar, a mi hija para poder darle lo mejor de lo mejor y hacer de ella también una persona de bien.

AGRADECIMIENTO

La autora de la presente investigación deja constancia de sus más sinceros agradecimientos, a ese ser supremo que es nuestro Dios, por darme sabiduría y conocimiento y fortaleza para alcanzar esta meta que una de todas las metas que me he propuesto en la vida.

A mis padres sr. Eduardo Castro Sánchez y Sra. Nelly Mayorga Briones quienes aportaron con ese granito de arena en mi formación, dándome ese impulso y apoyo para continuar, son un elemento fundamental en mi toma de decisiones, y poder culminar mi tesis.

Al Ing. Ángel Cedeño por su valiosa ayuda en cuanto al trabajo de campo realizado en laboratorio y asesoría en temas pertinentes, a mi tutora Dra. Aimé Batista por su incondicional apoyo y ayuda con la dirección de este trabajo dándome la mejor orientación para culminar con éxito este proyecto.

A todos mis docentes y autoridades de la carrera de ingeniería en zootecnia de la facultad de ciencias pecuarias y biológicas quienes llegaron a ser grandes mentores en mi formación profesional

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRADORA CURRICULAR	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CÓDIGO DUBLÍN	xiii
Introducción.	15
CAPITULO I.....	17
1. Contextualización de la Investigación.....	17
1.1. Planteamiento del Problema	17
<i>Diagnóstico</i>	17
<i>Pronóstico</i>	17
1.1.1. <i>Formulación del Problema</i>	17
1.1.2. <i>Sistematización del Problema</i>	18
1.2. Justificación	18
1.3. Objetivos	19
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	19
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	19
CAPÍTULO II	20
2. Fundamentación Teórica de la Investigación.....	20
2.1. Marco Conceptual.....	20
2.1.1. <i>Generalidades</i>	20
2.1.2. <i>Taxonomía</i>	20
2.1.3. <i>Descripción del cuy</i>	20
2.1.4. <i>Importancia del cuy</i>	21
2.1.5. <i>Clasificación de los cuyes</i>	21
2.1.6. <i>Tipos</i>	22

2.1.7.	<i>Variedades</i>	22
2.1.7.1.	Criollo.....	22
2.1.7.2.	Mejorado.....	22
2.1.8.	<i>Crecimiento y engorde</i>	22
2.1.9.	<i>Mortalidad</i>	22
2.1.10.	<i>Métodos de Crianza</i>	23
2.1.10.1.	Crianza tradicional.....	23
2.1.10.2.	Crianza familiar comercial.....	23
2.1.10.3.	Crianza comercial tecnificada.....	23
2.1.11.	<i>Nutrición y alimentación</i>	24
2.1.11.1.	Alimentación con forraje.....	24
2.1.11.2.	Alimentación mixta.....	25
2.1.12.	<i>Requerimientos nutricionales</i>	25
2.1.13.	<i>Forraje</i>	26
2.1.14.	<i>Balanceado</i>	26
2.1.15.	<i>Cecotrofia</i>	27
2.1.16.	<i>Parásitos en los cobayos</i>	27
2.1.17.	<i>Enfermedades producidas por Protozoo</i>	27
2.1.17.1.	<i>Eimeria caviae</i>	27
2.1.17.2.	<i>Entamoeba spp.</i>	28
2.1.17.3.	<i>Crytosporidium wrairi</i>	28
2.1.18.	<i>Enfermedades producidas por bacterias</i>	28
2.1.18.1.	<i>Salmonella Typhimurium</i>	29
2.1.18.2.	<i>Escherichia coli</i>	29
2.1.18.3.	<i>Estreptococos</i>	29
2.1.18.4.	<i>Lymphadenitis</i>	30
2.2.	Marco Referencial.....	30
2.2.1.	<i>Definición y Origen de los Fitofármacos</i>	30
2.2.2.	<i>Investigaciones previas</i>	31
CAPÍTULO III.....		33
3.	Metodología de la Investigación.....	33
3.1.	Localización	33
3.2.	Metodología	33
3.3.	Tipo de investigación.....	34
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	35
3.4.1.	<i>Fuentes primarias</i>	35

3.4.2.	<i>Fuentes secundarias</i>	35
3.5.	Diseño de la investigación	35
3.5.1.	<i>Formulación y preparación de las dosis experimentales</i>	36
3.5.2.	<i>Cepas bacterianas</i>	37
3.5.3.	<i>Cultivo en peptonas</i>	37
3.5.4.	<i>Diseño experimental</i>	37
3.6.	Instrumento de investigación	39
3.6.1.	<i>Variables a estudiar</i>	35
3.7.	Recursos humanos y materiales	39
3.7.1.	<i>Recursos humanos</i>	39
3.7.2.	<i>Materiales y Equipos</i>	39
CAPÍTULO IV		41
4.	Resultado y Discusión	41
4.1.	Identificación de carga microbiana	41
4.2.	Efectos de los antibióticos y fitofármacos sobre el crecimiento bacteriano en el caldo cultivo	44
CAPÍTULO V		50
5.	Conclusiones y Recomendaciones	50
5.1.	Conclusiones	50
5.2.	Recomendaciones	50
CAPÍTULO VI		51
6.	Bibliografía	51
6.1.	Bibliografía	51
CAPÍTULO VII		54
7.	ANEXOS	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Taxonomía <i>Cavia Porcellus</i>	20
Tabla 2.	Requerimientos nutricionales del cuy.	25
Tabla 3.	Condiciones meteorológicas de la zona	33

RESUMEN

Las enfermedades gastrointestinales son un tema de presentación muy común en la cría de cuyes sin embargo, es importante evaluar la dinámica de las infecciones bacterianas durante un período de tiempo. El presente trabajo tuvo lugar en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7½ de la vía Quevedo – El Empalme en el laboratorio de microbiología para el ensayo preliminar en análisis de dos muestras extraídas de granjas productoras de cuyes una tradicional y otra semitecnificado ubicadas una en el recinto “pajarito” y recinto “bella sombra” ubicados en el km 8 via Mocache-Quevedo, El objetivo de este trabajo fue evaluar *in vitro*

el efecto de las tinturas en diferentes concentraciones contra bacterias patógenas aisladas a partir de heces fecales de cuyes. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), se trabajó en laboratorio con 10 tratamientos a base de antibióticos convencionales, tinturas madre de ajo y epazote en tres repeticiones distribuidos por horas de lectura en el espectrofotómetro determinado absorbancia y transmitancia usando los medios de cultivo a base de peptonas con los tratamientos respectivos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$). Como resultados encontramos presencia de *salmonella* y *Escherichia coli* como bacterias patógenas en ambas muestras, en el antibiograma 1 la susceptibilidad del microorganismo ante la exposición de los antibióticos cloranfenicol, amoxicilina, nitrofurantoina, sulfamicina y las tinturas madre tanto de ajo como y de paico lo cual, resultó con mejores inhibiciones, ante las cepas el cloranfenicol y la ciprofloxacina y para el antibiograma 2 se utilizó una concentración del 50% de tintura de ajo y paico y 50% de dos antibióticos que no presentaron inhibición, dando como resultado la lectura del espectrofotómetro expresada en la absorbancia y transmitancia dentro de los caldos cultivos a diferentes horas de toma, obteniendo así una respuesta positiva para las combinaciones el T6 (ajo+ amoxicilina) y T8 (ajo + nitrofurantoina).

Palabras clave: Absorbancia, cultivo, enterobacterias, patógeno, transmitancia.

ABSTRACT

Gastrointestinal diseases are a very common presentation topic in guinea pig farming however, it is important to evaluate the dynamics of bacterial infections over a period of time. The present research work took place at the "La María" Campus of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), located at of the Quevedo – El Empalme road. It aimed to evaluate the effect of tinctures at different concentrations against pathogenic bacteria isolated in vitro from guinea pig feces. A completely randomized design (DCA) was applied, we worked in the laboratory with 10 treatments based on conventional antibiotics, mother tinctures of garlic and epazote in three repetitions distributed by hours of reading in the spectrophotometer determined absorbance and transmittance using the peptone-based media with the respective treatments, Tukey's multi-range test ($P \leq 0,05$). As results we found presence of *salmonella* and *Escherichia coli* as pathogenic bacteria in both samples, in the antibiogram 1 the susceptibility of the microorganism to the exposure of the antibiotics chloramphenicol, amoxicillin, nitrofurantoin, sulfamycin and mother tinctures of both garlic and paico, which resulted with better inhibition, before the strains chloramphenicol and ciprofloxacin and for the antibiogram concentration of 50% of tincture of garlic and paico and 50% of two antibiotics that did not present inhibition was used, resulting in the reading of the spectrophotometer expressed in the absorbance and transmittance within the culture broths at different times of taking, thus obtaining a positive response for the combinations T6 (garlic + amoxicillin) and T8 (garlic + nitrofurantoin).

Key Word: Absorbance, culture, Enterobacteria, Pathogen, transmittance

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“ANTIBIOTERAPIA NATURAL IN VITRO CONTRA PROCESOS BACTERIANOS GASTROINTESTINALES DE CUYES (<i>Cavia porcellus</i>)”				
Autor:	Alejandra María Castro Mayorga				
Palabras clave:	Absorbancia	Transmitancia	Enterobacterias	Cultivo	Patógeno
Fecha de publicación	2022				
Editorial:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo				
Resumen:	<p>Resumen. Las enfermedades gastrointestinales son un tema de presentación muy común en la cría de cuyes sin embargo, es importante evaluar la dinámica de las infecciones bacterianas durante un período de tiempo. El presente trabajo investigativo tuvo lugar en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7½ de la vía Quevedo – El Empalme. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de las tinturas en diferentes concentraciones contra bacterias patógenas aisladas in vitro a partir de heces fecales de cuyes. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), se trabajó en laboratorio con 10 tratamientos a base de antibióticos convencionales, tinturas madre de ajo y epazote en tres repeticiones distribuidos por horas de lectura en el espectrofotómetro determinado absorbancia y transmitancia usando los medios a base de peptonas con los tratamientos respectivos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$). Como resultados encontramos en el antibiograma 1 la susceptibilidad del microorganismo ante la exposición de los antibióticos cloranfenicol, amoxicilina, nitrofurantoina, sulfamicina y las tinturas madre tanto de ajo como y de paico, lo cual resulto con mejor inhibición, ante las cepas el cloranfenicol y la ciprofloxacina y para el antibiograma 2 se utilizó una concentración del 50% de tintura de ajo y paico y 50% de dos antibióticos que no presentaron inhibición, dando como resultado la lectura del espectrofotómetro expresada en la absorbancia y transmitancia dentro de los caldos cultivos a diferentes horas de toma, obteniendo así una respuesta positiva para las combinaciones el T6 (ajo+ amoxicilina) y T8 (ajo + nitrofurantoina).</p>				
Descripción					
URI:					

Introducción.

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero herbívoro cuya alimentación es principalmente de forraje verde, pequeño roedor que se utiliza en la alimentación humana, considerado un alimento de alto valor biológico. Esta especie es oriunda de los Andes y su producción se da en países como Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. En el Ecuador el consumo per-cápita en la zona rural es de 16,90 kg/año, mientras que el sector urbano el consumo es de 8,52 kg/año. Se caracteriza por tener un ciclo de reproducción corto, de fácil manejo, y sin una alimentación exigente; puede ser la especie más económica para la producción de carne de alto valor nutritivo. La crianza de cuyes en toda la sierra es generalmente, tradicional y rústica; destinada para consumo familiar (1).

El manejo sanitario de los cuyes está basado en la profilaxis del manejo en la crianza, no existen vacunas para la prevención de enfermedades ya que estas son transmitidas por otros animales tanto directo como indirecto, la falta de higiene en el alojamiento, alimentos en mal estado debido a esto pueden padecer enfermedades bacterianas, virales, parasitarias externas e internas en este caso se suele administrar vía oral oxitetraciclinas, subcutánea ivermectina, oftálmica en el caso de antibióticos como la terramicina (2). Las enfermedades gastrointestinales son un tema de presentación muy común en la práctica clínica que se asocian con frecuencia a la disbiosis en cuyes, que puede presente como enfermedad primaria o secundaria (1). Los estudios varían sobre las bacterias identificados en un momento y entorno determinados de criar cuyes, sin embargo, es importante evaluar la dinámica de las infecciones bacterianas durante un período de tiempo y los efectos de cambios de estaciones climáticas (2).

Debido al limitado uso de antibióticos en la producción de cuyes, el sector dedicado a la crianza, a través de investigaciones científicas busca emplear aditivos naturales, con el fin de ofrecer al mercado un producto de calidad, inocuos, libre de antibióticos, beneficiosos para el consumidor y la producción, mejorando los parámetros productivos, carga parasitaria del tracto digestivo en cuyes de una forma natural y económica (3).

Los fitofármacos son medicamentos elaborados naturales a partir de los principios activos de las plantas medicinales en donde se utilizan por sus características terapéuticas que ya han sido estudiadas. El uso de estos está ajustado en una medicina amparada por la investigación de ciencias naturales, particularmente cuando se hace una comparación con los sintetizados químicamente contiene principios activos, esto se traduce en el uso

de dos medicamentos químicos que contengan el mismo principio y administrados de forma similar (1). Las tinturas por lo consiguiente, pertenecen a este tipo de terapias son el resultado de la acción del alcohol etílico sobre los vegetales, con adición de agua al componente en algunos casos para disminuir el grado alcohólico. La titulación de alcohol puede variar según la sustancia vegetal empleada: 60° para los principios activos fácilmente solubles; 70° o 90° grados para las muy activas, llamadas heroicas; 80° para todos los otros vegetales, especialmente aquellos ricos en aceites volátiles y resinas (4).

Los medicamentos naturales están siendo utilizados en la producción animal, gracias a sus bondades medicinales, razón por la que, en este trabajo se evaluará los efectos terapéuticos que tienen los dos fitofármacos sobre procesos gastrointestinales con presencia bacteriana *in vitro* en cuyes. Cabe recalcar, que existe un número limitado de investigaciones del uso fitofármacos, específicamente en forma de tinturas, en la producción de cuyes, por lo cual se espera probar *in vitro*, para en dependencia de los resultados, pueda ser empleado *in vivo*, lo que se considera la novedad científica de esta investigación (5)

CAPITULO I

1. Contextualización de la Investigación

1.1. Planteamiento del Problema

El planteamiento del problema se basa en la poca información y falta de investigaciones en el campo de la medicina alternativa en producción de cuyes, específicamente en forma de tinturas, el abuso de antibióticos convencionales que en muchos casos generan resistencia y poca eficacia en tratar infecciones en esta especie, además, de residuos en la carne para consumo afectando la salud pública (6).

Diagnóstico

La producción de cuyes en Ecuador se lleva a cabo generalmente en la región sierra y parte de la costa, donde se presentan diferentes estándares sanitarios, lo que conlleva a problemas de salud, disminución productiva y bajos ingresos económicos. La misma que por muchos años ha tenido un crecimiento muy lento debido a la poca importancia que el estado ecuatoriano ha dado a esta especie, por lo tanto, no ha recibido de soporte técnico, la baja tasa de investigaciones científicas en cuanto a las enfermedades de la especie tecnología apropiada para poder sustentar y mejorar los índices de productividad, como parte del aporte al manejo de esta especie, se propone un tema de investigación que se basará en el uso de dosis tanto del antibiótico convencional como las dosis de la tinturas de ajo y epazote, para tratar bacterias aisladas a partir de heces colectadas, siendo esta una forma fiable de obtención de resultados rápida, como primera fase de estudio para una futura aplicación in vivo (2).

Pronóstico

El empleo terapéutico *in vitro* de las tinturas podrá tener resultados favorables en la presente investigación, lo que generaría una alternativa propicia que permitirá la sustitución de antibióticos convencionales, para contrarrestar la presencia de bacterias patógenas en las diferentes etapas en la producción de cuyes.

1.1.1. Formulación del Problema

¿Cómo influye la acción de las tinturas de ajo y epazote en el crecimiento de bacterias patógenas in vitro aisladas a partir de heces fecales de cuyes en producción?

1.1.2. Sistematización del Problema

¿Cuáles son las bacterias patógenas resistentes a la aplicación dosis de las tinturas de ajo y paico en la especie?

¿Cuál es la influencia de las tinturas de ajo y paico sobre la carga bacteriana en medios de cultivo?

1.2. Justificación

El presente trabajo investigativo se fomenta debidamente como respuesta terapéutica al manejo sanitario que cuando no va sujeto a una higiene adecuada, trae como consecuencia procesos gastrointestinales en cuyes como son las diarreas, las cuales responden a otros procesos primarios como las parasitosis, que provocan alteraciones en la microflora bacteriana normal del tracto digestivo de estos animales. Por otra parte, el uso incorrecto de antibióticos genera resistencia bacteriana a los tratamientos convencionales de ciertos antibióticos, comprometiendo así la salud de los cuyes y predominan los contagios, los cuales pueden tener una tasa en mortalidad en las granjas alta, además de afectar a la salud de los consumidores.

Actualmente constan investigaciones y referencias que abordan la implementación de las plantas medicinales como vía efectiva para la formulación de medicamentos alternativos, lo cual podría llevar a un descubrimiento de nuevas terapias con usos de extractos naturales, en especies poco estudiadas como el cuy; cabe resaltar que las plantas medicinales pese a que tienden a tener muchas propiedades al combatir enfermedades comprobadas, estas no han tenido los estudios a fondo, lo que limita la explotación de valiosos recursos beneficiosos, en la sanidad de las diferentes la especie en estudio.

La explotación de cobayos debe ofrecer un cuy de calidad para ser comercializado, que se encuentre libre de enfermedades y a su vez sin residuos de antibióticos convencionales, garantizando inocuidad del producto final, por esta razón la investigación se basa en el tratamientos in vitro con tinturas madre de ajo y epazote contra microorganismos aislados a partir de heces de cuyes para demostrar la eficacia o no de esta terapia frente a la proliferación de bacterias patógenas presentes en las muestras (2).

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo General*

Evaluar el efecto de las tinturas en diferentes concentraciones contra bacterias patógenas aisladas *in vitro* a partir de heces fecales de cuyes (*cavia porcellus*).

1.3.2. *Objetivos Específicos.*

- Identificar tipos de bacterias patógenas presentes en las muestras de heces fecales colectadas en una población de cuyes.
- Estimar la influencia de las tinturas de ajo y epazote sobre la carga bacteriana patógena presente.

CAPÍTULO II

2. Fundamentación Teórica de la Investigación

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Generalidades

El cuy (*Cavia porcellus*) es un roedor herbívoro cuyo origen es de los pajonales altoandinos de América del Sur. Su genética actual proviene de la domesticación de las caviás o cuyes silvestres como son, por ejemplo, la *Cavia cutleri* y la *Cavia tschudii*, animales cuyas características son de color barrado o atigrado, nariz puntiaguda y orejas erectas (2).

2.1.2. Taxonomía

Tabla 1.

Taxonomía *Cavia Porcellus*

Descripción	Denominación
Reino	Animal
Subreino	Metazoarios
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Subclase	Placentarios
Orden	Roedores
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Cavidae
Género	Cavia
Especie	<i>Cavia porcellus</i>

Fuente: Curipoma (2)

2.1.3. Descripción del cuy

El cuy también conocido como conejillo de indias, es un animal de aspecto rechoncho, cubierto de pelo, con cola generalmente corta, el cuerpo es largo con relación a las patas, que también son cortas. Los cuartos traseros son muy redondeados, la cabeza es ancha y las orejas son pequeñas y arrugadas. Una de las ventajas de su producción es

que a la semana de edad duplican su peso debido a que la leche de las hembras es de alto valor nutritivo. Un cuy adulto puede llegar a medir entre 20 y 25 cm., y pesa entre 0.5-10 Kg.



Fuente:INIAP

2.1.4. *Importancia del cuy*

El cuy es una especie de animal que se presenta para ser utilizado en diversas actividades principalmente, en la alimentación humana, ya que se caracteriza por tener una carne de alto valor nutritivo, magra y de excelente sabor excelente, además de ser una muy buena fuente de proteína. Además, estos animales son utilizados en laboratorios en el campo de la medicina para diversos estudios. En su explotación también es aprovechable el estiércol como abono orgánico. Su rápida reproducción y manejo económico hace que muchas familias obtengan un ingreso económico mejorando su calidad de vida (7).

2.1.5. *Clasificación de los cuyes*

Los cuyes consignados para la producción de carne, presentan diversos modelos para su clasificación, gracias a la gran heterogeneidad de los animales existentes en cuanto a: tipos y variables. Los cobayos por sus particularidades para su comercialización presentan diferencias internas y externas por lo que se clasifican según tipos, conformación, color, entre otros y variedades mejoradas y criollo (8).

2.1.6. Tipos.

Según el tipo de cuyes que son agrupados por sus características externas (fenotipo o exterior). Por lo general las características externas son el color del pelaje, forma del pelo, conformación corporal, etc. (8).

2.1.7. Variedades.

Según la variedad de cuyes que se agrupan de acuerdo con sus características productivas, como lo son peso al nacer, peso al destete, incremento de peso, tamaño de camada etc.

2.1.7.1. Criollo.

Comúnmente es el cuy cuya crianza y selección se da de manera empírica. Por lo general e impropriamente es llamado cuy nativo (3).

2.1.7.2. Mejorado.

Es el cuy criado y seleccionado de manera tecnificada, el cuy es obtenido a partir del anterior (cuy criollo) por las progresivas mejoras derivadas del manejo productivo y genético, dictadas por las investigaciones realizadas desde aproximadamente 50 años (7).

2.1.8. Crecimiento y engorde

La etapa de crecimiento inicia a partir del destete y termina con la venta del cuy al mercado y/o el inicio del empadre, El destete se lo realiza a los 22 días de edad y es recomendable ubicar a los animales destetados en lotes uniformes de edad, tamaño y sexo puesto que permite disminuir la competencia y generar animales homogéneos posterior hasta los 90 días para su comercialización. Los cuyes que son destinados para reproductores inician su etapa a partir de los 90 días a 1 año aproximadamente (9).

2.1.9. Mortalidad

En las explotaciones de cuyes por lo general existe un índice normal de mortalidad, ya sea en la etapa de lactancia que puede llegar hacer el 10% a 15%, en la etapa de crecimiento de 5% a 10% y en la etapa de reproducción hasta un 8%. Las causas más probables de mortalidad están las de aplastamiento, neumonía pulmonar, abortos, inanición, accidentes y peritonitis (10).

2.1.10. Métodos de Crianza

Durante los últimos años la producción de cuyes en el Ecuador establece tres fundamentales sistemas: sistema tradicional, sistema semitecnificado y sistema comercial.

2.1.10.1. Crianza tradicional.

La crianza familiar se desarrolla mayormente en familias de la zona rural. Este sistema es el más difundido y se maneja bajo un sistema tradicional, donde el cuidado de los cuyes es de responsabilidad de las mujeres y niños, donde su crianza es a base de pasto y residuos de cosecha o residuos de cocina. Los productores los crían exclusivamente para autoconsumo, a fin de disponer de fuente proteica de origen animal; Sin embargo hay familias que cuando disponen de excelentes animales los comercializan para generar ingresos, pocos son los que mantienen a los cuyes solo para venta (10).

2.1.10.2. Crianza familiar comercial.

Este sistema de crianza permite generar empleo y disminuir la migración de los pobladores del área rural. Por lo general en este sistema se llegan a producir de hasta 500 cuyes. Se ponen en práctica mejores técnicas de cría, lo cual se traduce en la composición del lote. La alimentación es a base de subproductos agrícolas y pastos cultivados de la zona, en algunos lugares optan por implementar alimentos comerciales, además de que en este sistema cuentan con un control sanitario mucho más riguroso que el tradicional, los cuyes son separados de acuerdo con su edad y sexo, exigiendo así el uso de mano de obra para su manejo y mantenimiento (11).

2.1.10.3. Crianza comercial tecnificada.

El sistema de crianza comercial consiste en producir en mayor cantidad carne de cuy para la venta con el fin de obtener grandes beneficios, por tanto, se utiliza mayor tecnificación en cuanto a la infraestructura, manejo, alimentación sanidad, y comercialización. En este sistema de crianza se suele utilizar animales genéticamente mejorados y destinados para la producción intensiva comercial, siendo animales de rápido crecimiento, precoz y de alto valor biológico para el producto final que es la carne (11).

Dentro de este sistema los animales se encuentran en ambientes controlados en cuanto a la temperatura, humedad, su crianza por lo general se realiza en jaulas, y en pozas que permite separarlos por sexo, edad, y etapas fisiológicas; El establecimiento es protegido para evitar el ingreso de animales depredadores de esta manera se tiene control

eficientemente de ectoparásitos (piojos, pulgas, ácaros, etc.), se evita el problema de consanguinidad y se reduce la mortalidad de animales. Sin embargo este tipo de sistemas requiere de excelentes instalaciones por lo que genera gran cantidad de inversión económica (2).

2.1.11. Nutrición y alimentación

La nutrición y alimentación es de suma importancia en toda explotación pecuaria. Es esencial conocer los requerimientos nutritivos de los cuyes, así poder suministrar raciones balanceadas que logren satisfacer sus necesidades en las diferentes etapas biológicas en las que se encuentren (gestación, lactancia, engorde) lo cual influirá directamente en el éxito de la producción (12).

La alimentación del cuy requiere de proteínas, energía, fibra, vitaminas y minerales. La digestión del cuy es de dos tipos: la enzimática que se lleva a cabo a nivel del estómago e intestino delgado, y la microbial, a nivel del ciego. La mayor o menor actividad de digestión depende de la constitución de la ración alimenticia. En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión enzimática y hay mayor absorción de nutrientes y microelementos (13).

Dentro de las explotaciones de cuyes se utilizan tres tipos de alimentación los cuales consisten en: forraje, forrajes más balanceados, y con balanceados más agua y vitamina C. Estos sistemas pueden aplicarse en forma individual o alternada, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en el sistema de producción familiar, familiar-comercial o comercial y su costo a lo largo del año (13).

En la explotación tradicional la alimentación del cuy es del 80% a base de pastos verdes y algunas malezas, suplementada en ocasiones con desperdicios de cocina y hortalizas. Es evidente que este sistema de crianza no cuenta con un plan de alimentación que cubra con los requerimientos nutritivos de los animales, donde se llegan a presentar bajos rendimientos productivos, vulnerabilidad a enfermedades, índices bajos de natalidad, pesos bajos al nacimiento y destete con porcentaje de mortalidad (10).

2.1.11.1. Alimentación con forraje.

Siendo el cuy un animal herbívoro su alimentación es a base de forraje verde en un 80% cuya adición está determinada por la edad. El forraje verde debe ser una mezcla entre gramíneas y leguminosas con el fin de aportar todos los nutrientes necesarios. De igual manera se pueden utilizar hortalizas, desperdicios de cocina especialmente cáscara de

papa, zanahoria, por su alto contenido de vitamina C. Los forrajes más utilizados en la alimentación son: alfalfa, rey Grass, pasto azul, trébol y avena, entre otros (3).

2.1.11.2. Alimentación mixta.

Es de suma importancia establecer programas de alimentación mixta o integral, aportando la alimentación de acuerdo con la disponibilidad de alimento. En este tipo de alimentación además de suministrar el forraje verde también se le incorpora un concentrado comercial (ración integral) pudiendo utilizarse afrecho de trigo más alfalfa, los cuales han demostrado superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración nutritiva. Aunque los herbívoros, en este caso los cuyes, pueden sobrevivir con raciones exclusivas de pasto, los requerimientos de una ración balanceada con un alto contenido de proteína, grasa y minerales es realmente necesaria (14).

2.1.12. Requerimientos nutricionales

Para lograr obtener una excelente producción es necesario suministrar un alimento apropiado que cumpla con todos los requerimientos nutricionales. Los nutrientes se encuentran en los alimentos y el animal los utiliza para mantenerse, crecer y reproducirse, por ejemplo, los requerimientos de proteínas para la etapa de gestación son de un 18% y en lactancia un 22%. Se debe tomar en cuenta los minerales que se necesitan en la explotación de cuyes, siendo los más necesarios el calcio, fósforo, magnesio y potasio. Cabe recalcar que los cuyes limitan de vitamina C por tanto es necesario incorporar ácido ascórbico (0,2 g/litro de agua). Así se define a la cantidad necesaria de nutrientes que deben estar presentes en la dieta alimenticia diaria de los animales para que puedan desarrollarse y reproducirse con normalidad (15).

Tabla 2.

Requerimientos nutricionales del cuy.

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18 - 22	13 - 17

Energía	Mcal/kg	2.80	3.00	2.80
Digestible				
Fibra	%	8 - 17	8 - 17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8 – 1.0
Fósforo	%	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
Agua	10 mililitros de agua por 100 gramos de peso vivo			

Fuente: Vargas (15)

2.1.13. Forraje

El forraje constituye la fuente principal de nutrientes, sobre todo de vitamina C. Se llama forraje a todos los vegetales exceptuando los granos, y se utilizan para la alimentación de los animales. El uso de la suplementación concentrada, los incrementos diarios de peso se elevan y bordean los 10 g. Los animales consumen alrededor de 200 g. de forraje y entre 20 a 30 g. de concentrado diariamente y las conversiones alimenticias se hacen más eficientes (3). En algunas partes del mundo donde se dedican a la crianza de cuyes, utilizan el forraje verde hidropónico frente a la escases de alimento, además que garantizaría la producción, reproducción y sanidad de estos animales, asegura la disponibilidad de forraje los 365 días del año, independientemente de cualquier condición ambiental (16).

2.1.14. Balanceado

Son alimentos que resultan de la combinación o la mezcla de varias materias primas tanto de origen animal como vegetal, que complementan la acción nutritiva de la ración alimenticia tradicional. Los balanceados proporcionan al animal elementos que le son útiles para el desarrollo y mejoramiento de sus tejidos especialmente de aquellos que se utilizarán en la alimentación humana. El uso de alimentos balanceados representa una gran ventaja en las explotaciones pecuarias frente a la complementación de los nutrientes que necesitan cada especie, sin dejar de lado el potencial genético, manejo y bioseguridad para obtener resultados eficientes (12).

2.1.15. Cecotrofia.

La cecotrofia consiste en la producción y excreción de dos diferentes heces (heces blandas o cecótrofos y heces duras), además de que es un mecanismo biológico en donde el animal aprovecha los compuestos nutritivos que no fueron absorbidas durante la digestión. La cecotrofia tiene un papel digestivo cíclico de primer orden parecido al que se da en los rumiantes con la rumia. Las heces blandas son excretadas según un ritmo circadiano. Mientras que el consumo de alimento y la expulsión de las heces duras suceden en horas de la tarde (en presencia de luz en condiciones naturales), las heces blandas son liberadas por la mañana (12).

2.1.16. Parásitos en los cobayos

Las enfermedades causadas por parásitos muy al contrario de lo que pasa con las infecciosas, estas son de carácter y manifestación lentas, insidiosas por lo que suelen pasar desapercibidas por los productores, se expresan clínicamente en forma aguda y les puede causar muerte, sin embargo, en la mayor parte de los casos, son sometidos a una infección gradual adaptable, no presentan signos clínicos y aparentemente estar sanos, pero reducen su ganancia de peso e incrementan su consumo alimenticio. Sin lugar a duda el parasitismo repercute negativamente en la producción de cuyes, ocasionando grandes pérdidas económicas (2).

2.1.17. Enfermedades producidas por Protozoo

2.1.17.1. Eimeria caviae.

La *Eimeria caviae* que causa coccidiosis en cuyes es la especie parasitaria con mayor importancia económica. Los animales más vulnerables son los más jóvenes, principalmente los que recién pasan por la etapa del destete. Una de las características físicas de esta enfermedad es una disminución del peso y diarreas, mientras que siendo la infección severa puede llegar hasta la muerte. Las lesiones observadas a la necropsia en infecciones severas; incluyen hiperemia, edema, hemorragias petequiales en la mucosa, placas blancas o amarillas en el colon y, dependiendo de la gravedad, el ciego. Los contenidos intestinales del colon pueden ser acuosos 13 y fétidos, aunque pueden no estar presentes. Microscópicamente, hay una marcada hiperplasia de la mucosa colónica, puede ocurrir degeneración y descamación del epitelio, dilatación quística de las criptas de Lieberkühn y existir infiltrado neutrofílico y linfocitario de la lámina propia. Las etapas de desarrollo están presentes en las células epiteliales intactas y libres en el lumen (2).

Según investigaciones realizadas en el Ecuador, se evidencian diversos casos de *Eimeria caviae* en cuyes, sobre todo en cuyes que son manejados bajo el sistema de crianza familiar-comercial, se reportan prevalencia de *Eimeria caviae* de 24% hasta un 50% a través de exámenes coproparasitarios y a nivel del tracto gastrointestinal (17).

2.1.17.2. Entamoeba spp.

Dentro de este género se encuentra diversas especies de amebas localizadas en el aparato intestinal sobre todo en el ciego y colon, afecta mayormente a cobayas y conejos. A pesar de ello se han encontrado varias especies de amebas parásitas que se localizan en el tracto genitourinario o también en la cavidad bucal de ciertos mamíferos, De forma intestinal: Se presenta de forma aguda o disintérica con dolor abdominal, heces mucosas y a veces con estrías de sangre, deshidratación. De forma necrológica se da en los individuos en que alternan los periodos agudos con otros de sintomatología atenuada o sin síntomas, que después pueden volverse activas. Esta enfermedad también produce abscesos a nivel del hígado, heces con sangre, dolor intestinal y fiebre (2).

2.1.17.3. Crystosporidium wrairi.

Consiste en un parasito coccidio entérico, afecta severamente a los cobayos. Por lo general este parásito se hospeda en el intestino delgado y puede ocasionar una infección subclínica sobre todo en animales jóvenes. Uno de los síntomas visibles de esta enfermedad es pérdida de peso y diarrea, bajo crecimiento en animales destetados, pelo áspero y una tasa de morbilidad de hasta el 50%. Este parasito es común en el íleon donde produce en las microvellosidades un aislamiento irregular con atrofia, fusión, con un infiltrado en la lámina propia y el epitelio absorbente, la cual es la principal patología y los parásitos pueden ser vistos en vacuolas parasitológicas en la porción intracelular de los enterocitos infectados (18).

2.1.18. Enfermedades producidas por bacterias.

La característica biológica más común de los bacterias es que estos son microscópicos unicelulares, existen variedades de bacterias diferenciadas, tiene una calidad de vivir en todos los medios ambientes posibles, se probado que pueden tener vida en medios radiactivos, están presentes en piel vías respiratorias boca, aparato digestivo reproductor urinario sin causar daño esta es la flora saprofita, pero también existen las bacterias patógenas estas causan enfermedades por la producción de sustancias toxicas como

toxinas , invaden tejidos desencadenando inflamaciones con riesgos de mortandad en el individuo portador (19).

2.1.18.1. Salmonella Typhimurium.

La salmonelosis es la enfermedad bacteriana de mayor importancia que afecta a los cuyes, presentándose de manera sistémica y causando altos porcentajes de mortalidad, siendo Salmonella Typhimurium el causante habitual de mortalidad en cuyes. Se transmite por vía digestiva, al ingerir agua o alimentos contaminados. Afecta principalmente a gazapos, jóvenes; pudiendo presentarse de forma aguda y crónica, generando cuadros diarreicos y afectando varios órganos dependiendo de la especie (2).

2.1.18.2. Escherichia coli.

La colibacilosis en cuyes, producida por Escherichia coli, se manifiesta con diarreas profusas, caquexia, pelo erizado, entre otros; pudiendo generar altos grados de mortalidad. Escherichia coli no es un componente principal del microbiota intestinal. Wagner y Mannign (1976) aisló en cuyes Escherichia coli a partir de líquido peritoneal, ganglios linfáticos mesentéricos, bazo, hígado y sangre. Investigaciones realizadas por Morales (2012) en cuyes clínicamente sanos de crianzas familiar-comercial, evaluó la presencia de patógenos oportunistas y determinó la presencia de Escherichia coli representando 13.3%; siendo un componente del microbiota normal, pudiendo actuar como patógeno oportunista frente a cualquier evento de estrés, como es el caso de las enfermedades parasitarias que inmunosuprima al cuy, generando condiciones favorables a desarrollar enfermedades (2,19).

2.1.18.3. Estreptococos.

El género Estreptococos es un grupo de bacterias, conocidas en español como estreptococos, formado por cocos gram -positivos pertenecientes al filo firmicutes y al grupo de las bacterias ácido lácticas. Estas bacterias crecen en cadenas o pares, donde cada división celular Es la bacteria más importante dentro de los principales agentes infecciosos en cuyes de crianza familiar-comercial pueden producir, además, neumonía y mastitis purulenta, así como conjuntivitis siendo, por ejemplo, la especie S. aureus, un habitante común de la piel y cavidad orofaríngea de cuyes clínicamente sanos Asimismo, se conoce su potencial zoonótico, generalmente asociado al consumo de leche no pasteurizada o por contacto directo con cuyes criados como mascotas, por lo que se

debería considerar la bioseguridad necesaria durante la manipulación de animales que presentan secreciones purulentas o abscesos (6).

2.1.18.4. Lymphadenitis.

Es una enfermedad crónica de consideración en cuyes, que se caracteriza por la presentación de abscesos a nivel de ganglios o nódulos linfáticos, siendo los cervicales los comprometidos con mayor frecuencia, además de otros órganos. Este proceso generalmente es causado por la bacteria *Streptococcus equisubsp. zooepidemicus* (*S. zooepidemicus*), un coco encapsulado gran- positivo que produce beta hemólisis en agar sangre además que las transmisiones bacterianas se dan por vía oral, piel, mucosas con pequeñas abrasiones, aerosol o genitales (2).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Definición y Origen de los Fitofármacos

La utilización de las plantas con fines terapéuticos es una práctica que data de tiempos muy remotos, tan antigua como la civilización humana. De ello nace el término fitoterapia que define el uso de las plantas medicinales o sus derivados para la prevención, alivio y/o tratamiento de un estado patológico. El uso de diversas plantas resulta beneficioso y sin ningún inconveniente para la salud humana. (20).

Existen investigaciones que corroboran la eficacia de muchas plantas frente a trastornos gastrointestinales, de piel, nerviosos, con efecto antibiótico, antiinflamatorio, antiparasitario interno y externo, etcétera. También existen plantas que son utilizadas como promotoras del crecimiento y/o moduladoras de la respuesta inmune, que son administradas como suplementos. Dentro del sector productivo, entre los usos más difundidos de la fitoterapia se encuentra su aplicación como antiparasitario, tanto contra parásitos internos como externos (20). Las infecciones gastrointestinales son infecciones virales, bacterianas o parasitarias que causan gastroenteritis, una inflamación del tracto digestivo que afecta tanto al estómago como al intestino delgado. Sus síntomas incluyen diarrea, vómitos y dolor abdominal. El mecanismo infeccioso de la diarrea puede ser invasivo, por colonización del tracto intestinal y toxigénico. Las denominadas intoxicaciones alimentarias o toxiinfecciones se originan por la secreción de exotoxinas en los alimentos, previa a su ingestión (21).

El control se realiza mediante productos químicos, los cuales tienen un impacto conocido en el ambiente y dejan residuos en la carne, generando resistencia a largo plazo de los

parásitos. La producción de carne se somete a un constante proceso de adaptación a las demandas del mercado y a nivel global, fundamentalmente en países desarrollados, la población está exigiendo cada vez más, alimentos saludables y con origen en sistemas productivos que garanticen un menor riesgo ambiental. Es por esto que, el uso de productos químicos que dejan residuos en la carne y en el ambiente, sufre restricciones cada vez mayores en la actualidad (20).

2.2.2. Investigaciones previas

En una investigación realizada se evaluó el efecto del tratamiento a base de ajo, flor de papaya y limón en parasitismo gastrointestinal en cuyes. En esta investigación se utilizaron 91 cuyes tanto machos como hembras de 1 a 12 meses de edad. El tratamiento consistió en la aplicación del extracto del ajo, papaya y limón, por vía oral, siendo la dosis de 0.1 ml de extracto por 1 kg de peso vivo (0.1 ml/kg., por ejemplo, se empleó 1 ml de extracto acuoso/ 10 cuyes que pesaban 600 g. cada uno. Se realizaron exámenes coprológicos al inicio de la investigación para determinar huevos de parásitos presentes en las heces, encontrándose presencia de carga parasitaria. Al final de la investigación se logró evidencia una disminución de carga parasitaria. Según los resultados obtenidos manifiestan que el extracto acuoso empleado fue efectivo ya que de 89 cuyes infectados solo 72 se encontraron libre de parásitos. Estos autores concluyen que el extracto acuoso del ajo, flor de papaya y limón sirve como tratamiento en parasitosis gastrointestinal, además que por su facilidad de elaboración y bajo costo económico los recomiendan como una manera de tratamiento alternativo (21).

En otra investigación utilizaron tres niveles de extracto de ajo (4, 6 y 8%) en el agua de bebida de cuyes en etapa de crecimiento y engorde. Utilizaron 80 cuyes (40 hembras y 40 machos). Según sus resultados el extracto de ajo a razón del 8% presentó los resultados más favorables para los parámetros productivos en cuanto a la ganancia de peso con un valor de 706,65 g., conversión alimenticia de 5,70 peso a la canal con un valor de 835,25 g. y el rendimiento a la canal con 74,76%. En cuanto a la parte sanitaria estos autores manifiestan que la carga parasitaria se redujo considerablemente al utilizar el 8% de extracto de ajo, de igual manera al emplear el 8% de extracto se obtuvo la mayor rentabilidad con un beneficio costo de 1,22. Estos autores recomiendan el empleo de extracto de ajo al 8% ya que presentan resultados positivos que benefician directamente para quienes se dedican a la producción de cuyes (19).

Se evaluó el efecto de la utilización del ajo macerado en el control de *Escherichia coli* y parámetros productivos en cuyes, este autor utilizó ajo macerado a razón de 2, 2.5 y 3 cm/animal suministrado directamente en la boca del animal. En esta investigación se usaron 80 cuyes machos y hembras de 15 días de edad, manifestando en los resultados que los cuyes que recibieron la mayor dosis de ajo macerado (3cm/animal) registraron los mejores pesos (1059.91 g) una ganancia de peso de 867.80 g., una conversión alimenticia de 3.79, así mismo se pudo controlar la presencia de *Escherichia coli* a partir de la tercera semana y controlando su totalidad a la cuarta semana, razón por la cual este autor recomienda utilizar 3 CC de macerado de ajo, puesto que no solo controla bacterias que provocan enfermedades infecciosas, sino que permite mejorar los parámetros productivos como peso, ganancia de peso, conversión alimenticia, pudiéndose utilizar en las granjas de cuyes para evitar pérdidas económicas (22)

CAPÍTULO III

3. Metodología de la Investigación

3.1. Localización

El presente trabajo investigativo tuvo lugar en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7½ de la vía Quevedo – El Empalme, recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. En el laboratorio de microbiología para el ensayo preliminar y la toma de muestras en los recintos “Pajarito” y “Bella Sombra” ubicados en el mismo cantón Mocache km 8 vía Mocache-Quevedo Entre las coordenadas geográficas de 01° 06´ de latitud sur y 79° 29´ de longitud oeste a una altura de 120 msnm.

Tabla 3.

Condiciones meteorológicas de la zona

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	24.2
Altitud m.s.n.m	74
Humedad relativa %	77.4
Precipitación, anual. Mm	1537
Heliófila, hora/luz/año	823
Zona ecológica	Bh-T
Topografía	Irregular

Fuente: INAMHI (23).

3.2. Metodología

Primera fase de la investigación

Fue realizada en dos planteles productores de cuyes directamente en campo y consistió en la recolección de heces fecales de cuyes como muestra, para esto, se almacenó en envases colectores de muestras; con la ayuda de hisopos, se procedió a la estimulación de los esfínteres anales, para inducir la defecación y preceder a la extracción, una vez colectada esta se almaceno y trasladó para refrigerar.

Segunda fase de la investigación

A partir de las muestras se hizo las respectivas diluciones en tubos de ensayo de 10 ml ocupando un gramo por ambas muestras el cual fue disuelto en uno principal para luego pasar al tubo 1, fueron un total de 6 tubos de ensayo , del tubo 1 se absorbe la cantidad de 250 μ L y se deposita en el segundo, para continuar hasta el número 6 de la misma forma cambiando punta en la micropipeta , la disolución 6 fue la determinante final para proceder a sembrar, Se realizo la preparación del agar LB Miller como medio de cultivo en primera estancia para determinas las diferentes bacterias patógenos presentes en las muestras, una vez se obtenga los patógenos se procedió a caracterizar para luego hacer a un aislamiento en medios selectivos específicos en donde se purificaron las cepas bacterianas , por ello las cajas Petri fueron rotuladas con fecha y tratamiento, y se procedio a hacer el estriado de la disolución 6 y el tratamiento en las cajas en un periodo de incubación a 37°C por 18 horas para la obtención de los resultados.

Tercera fase de la investigación

Unas ves extraídas las cepas puras determinado presencia de dos cepas de *Escherichia coli* y *salmonella* finalmente se llegó a la conclusión de mayor presencia de *Escherichia coli* y en cantidad de poca significancia la *salmonella* ,luego se procede a realizar un antibiograma sencillo y determinar la inhibición que los antibióticos convencionales y fitofármacos contra el crecimiento del patógeno, se prepararon las peptonas como caldo de cultivo para un mejor resultado para la preparación de estas se ocupó un matraz de 1000 ml con agua disolviendo en ella 5 g. de peptona para 10 matraz de 100 ml cada uno y proceder a la siembra y aplicación de cada tratamiento se usaron antibióticos convencionales en una concentración de 100 % y 100% las tinturas más varios tratamientos combinados en 50% tinturas y 50% antibiotico químico **Tipo de investigación**

Método experimental

La metodología experimental se realizó en laboratorio con el aislamiento de bacterias a partir de heces fecales en diluciones con solución salinas al 0,9% (p/v) seguidamente los medios de cultivo y los tratamientos.

Método inductivo deductivo

Este método permite hallar una posible solución a partir de un problema determinado, en este caso la obtención de un fitofármaco que sustituya el uso de antibióticos para el tratamiento de enfermedades infecciosas principalmente en cuyes.

Método analítico.

Este método permitió analizar el uso de las tinturas de ajo y epazote mediante la evaluación de efectos generados por los principios activos de la planta presentes en distintos tratamientos y compararlos con antibióticos convencionales.

3.3. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Fuentes primarias

Este tipo de fuente es la información que se recolecto a lo largo del tiempo que duró la investigación. Se realizó a través de la observación y recolección de datos. El objetivo del estudio abarca, la información de la prevención de enfermedades gastrointestinales bacterianas cuyo proceso se realizó *in vitro*, con tinturas madre a partir de ajo y epazote.

3.4.2. Fuentes secundarias

La información se obtuvo de fuentes bibliográficas tales como: libros, tesis de pregrado, tesis de magister, tesis doctoral, revistas de artículos científicos de alto impacto, sitios web, etc.

3.4. Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), se trabajó en laboratorio con 10 tratamientos a base de antibióticos convencionales, tinturas madre de ajo y epazote en tres repeticiones distribuidos por horas de lectura en el espectrofotómetro, determinando absorbancia y transmitancia usando los medios a base de peptonas con los tratamientos respectivos.

Se purificaron las cepas de *Escherichia coli* en un medio de cultivo Agar MacConkey Sorbitol (CT-SMAC), una vez purificadas se extrajeron las cepas para nuevamente sembrar y realizar el antibiograma con los antibióticos convencionales y tinturas e incluyendo la combinación de ambos fármacos, esperando resultados en 18 horas de incubación a temperatura ambiente, con los resultados obtenidos se procedió a la preparación de los medios líquidos peptonados 5 g. de peptona en polvo en 1000 ml de

agua, distribuidos en 10 matraz de 100 ml, cada uno por tratamiento en un apartado el control (testigo) que es la bacteria pura.

Tabla 4.
Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T0	Caldo con bacteria pura (testigo control)
T1	Cloranfenicol 100%
T2	Tintura de ajo 100%
T3	Tintura de paico 100%
T4	Amoxicilina 100%
T5	Nitrofurantoina 100%
T6	Tintura de ajo 50% + amoxicilina 50%
T7	Ciprofloxacina 100%
T8	Tintura de ajo 50% + nitrofurantoina 50%
T9	Tintura de paico 50% + amoxicilina 50%
T10	Tintura de paico 50% + nitrofurantoina 50%

Elaborado por: Autor

3.5.1. Formulación y preparación de las dosis experimentales

Para la elaboración del fitofármaco se recolectó el ajo y el epazote, empleándose, el bulbo de ajo (*Allium sativum*) y hojas, tallo y raíces de epazote (*Dysphania ambrosioides*). Para la preparación del fitofármaco en forma de tinturas se utilizará el método de maceración a través de peso/volumen: Una parte de planta por cinco de alcohol, previo lavado y desinfección del material vegetal, para después trocearlo y colocarlo en envases de cristal oscuros mezclándolo con alcohol de 97% y moviendo el envase en días alternos, se sellaron herméticamente con su respectiva etiqueta, con nombre, material utilizado y fecha de elaboración, después fue almacenado en un lugar oscuro y seco para evitar la descomposición de los compuestos activos por la acción de la luz y fue dejado en maceración durante 15 días para su respectivo uso.

3.5.2. Cepas bacterianas

Aislamiento de bacterias y cargas microbianas

Se empleó agar nutritivo para la cuantificación de cargas microbianas presentes en heces fecales de *Cavia porcellus*, se procedió con la dilución de las muestras hasta 10⁻⁵, luego fueron plaqueadas las diluciones, en el medio gelificado con una aza de dispersión e incubadas a 28°C por 24 horas para su cuantificación.

Aislamiento de *Salmonella*

Las cepas se aislaron por dilución seriada en medio de cultivo BD Salmonella Shigella Agar (agar SS) incubadas a 30°C.

Aislamiento de *Escherichia coli*

Se verificó la pureza de las cepas y sus características fenotípicas, mediante el cultivo en cultivo Agar MacConkey Sorbitol (CT-SMAC) donado por la Universidad Técnica de Manabí, siendo este selectivo para *Escherichia coli* en un litro de agua destilada o estéril, las cajas previamente desinfectadas en autoclave una vez solidificado 10 minutos en luz uve se sembraron e incubaron a temperatura ambiente, las colonias obtenidas se visualizaron de coloración rosada y se contaron para luego caracterizar en microscopio.

3.5.3. Cultivo en peptonas

La formulación del medio a base peptonas se inició con la mezcla de 5g de peptona en 1000 ml de agua estéril colocado en un matraz para luego esterilizar en autoclave, para el procedimiento de cultivo se distribuyó en 10 matraz de 100 ml cada uno con pipeta se extrajo la cepa directamente de la caja y se sembró en el medio líquido una vez sembrado se procedió con la aplicación de los tratamientos de cada uno de los antibióticos en concentración al 100% para cada uno y dos dosis preparadas de tinturas madre de ajo y epazote con un 50% del fitofármaco más el 50% de dos antibióticos seleccionados mediante los resultados del antibiograma estos fueron puestos en cada uno para observar los resultados en intervalos de cada 2 horas tomando lectura con el espectrofotómetro

3.5.4. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), 10 tratamientos con antibióticos (cloranfenicol, nitrofurantoina, amoxicilina, ciprofloxacina, Fitobióticos tintura madre de ajo, paico y 4 tratamientos combinados con dichos antibióticos más fitofármaco) con un

testigo control y tres repeticiones por horas. Para la comparación de medias se utilizó prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para el desarrollo del análisis de varianza los datos fueron sometidos al programa InfoStat a continuación la tabla que muestra el esquema del ensayo.

Tabla 4 ANOVA

Fuente de Variación		Grados de libertad
Tratamiento	t-1	10
Error Experimental	t(r-1)	20
Total	r.t-1	30

Elaborado: Autor

Modelo matemático.

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

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera en el (i) se refiere al efecto del tratamiento

μ = Efecto de la media de la población

T_i = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Efecto de error experimental (61).

3.5. Instrumento de investigación

3.6.1. Variables para estudiar

Efecto de los fitofármacos y antibióticos sobre el crecimiento de patógenos. Basados en la cinética de crecimiento bacteriano en el caldo de cultivo se observan cuatro fases: latencia, exponencial, estacionaria y muerte, la fase de latencia es el medio de adaptación o primera parte de la curva de crecimiento, la segunda es la de mayor rapidez en multiplicación de microorganismos se producen tantas nuevas células; la fase va a continuar mientras no existan factores limitantes del crecimiento tales como agotamiento de nutrientes o el uso de tratamientos antibióticos que en este caso se empleó para poder observar la inhibición, frente a los Fitobióticos, para pasar a la fase estacionario, la cual no varía en número, para ello se debe ubicar el testigo que nos indicara la curva real que debe seguir un microorganismo, es en esta fase se determinó cuál de los tratamientos obtuvieron mejores resultados determinando así cual entra en la fase de muerte, antes del testigo control (1).

3.6. Recursos humanos y materiales.

3.7.1. Recursos humanos.

- Tutora del Proyecto de Investigación Dra. Aimé Batista Casacó.
- Autor del Proyecto de Investigación Alejandra Castro Mayorga.

3.7.2. Materiales y Equipos

Materiales y equipos de campo.

- Envase colector de muestras de heces
- Hisopos
- Guantes
- Medio de cultivo Agar LB
- Medio de cultivo Agar MacConkey Sorbitol (CT-SMAC)
- Medio de cultivo Agar BD Salmonella Shigella
- Antibióticos (amoxicilina)
- Fitofármacos (tinturas madre de ajo y epazote)

Materiales y equipos para elaboración de fitofármaco.

- Balanza
- Tijeras
- Cuchillo
- Colador

- Alcohol 97%
- Frascos de vidrio
- Fundas oscuras
- Frascos color ámbar
- Ajo
- paico

Materiales de laboratorio.

- Balanza analítica
- Cajas Petri
- Espátula
- Matraz Erlenmeyer
- Tubos de ensayo
- Vaso de precipitación
- Micropipetas
- Aza bacteriológica
- Incubadora

- Balanza analítica.
- Espectrofotómetro
- Cubetas desechables

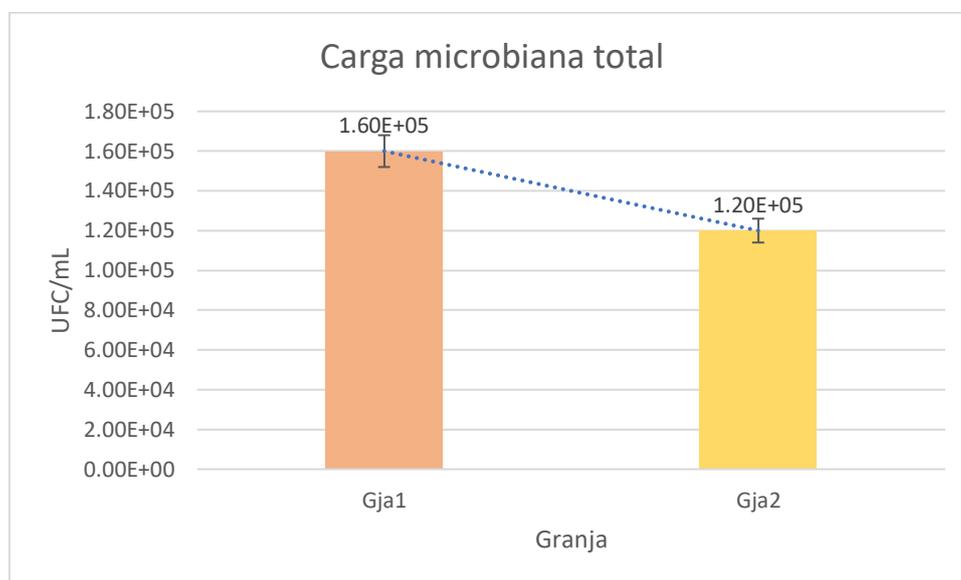
- Guantes
- Microscopio
- Porta objeto
- Cubre objeto
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica.
- Balanza analítica

CAPÍTULO IV

4. Resultado y Discusión

4.1. Identificación de carga microbiana

Se identificaron dos tipos de bacterias patógenas presentes en las muestras de heces fecales colectadas en las poblaciones de cuyes. Dentro las poblaciones evaluadas en 2 granjas se lograron determinar que la granja 1 de tipo tradicional presentó cargas microbianas mayores a $1.60E+05$ UFC/mL, mientras que la granja 2 de manejo semitecnificado presentó los niveles más bajos con un promedio de $1.20E+05$ UFC/mL, lo que concuerda con los estudios realizados por (21) en donde a través de la necrosis de cuyes hembras reproductoras muertas naturalmente en una granja de tipo intensiva tradicional se tomaron muestras directas de sus órganos para el aislamiento identificando bacterias patógenas como la *salmonella* y *Escherichia coli* y algunos *staphylococcus*, debido a mal manejo poca higiene y las estaciones climáticas como influencia, detallando que la proliferación de patógenos dentro de las producciones.



Mediante el aislamiento en medios de cultivo selectivos se logró identificar la presencia de *E. coli* mayoritariamente en la granja 1 de tipo tradicional lo que se relaciona al poco uso de antibióticos, fuentes de alimentación alternativa y convivencia, con otras especies como conejos y aves siendo un aproximado del 100% de las muestras con presencia de

E. coli. En la granja 2 de manejo convencional solo se obtuvo la presencia, lo que se asemeja con lo presentado por (22) y (23) quienes identificaron la prevalencia mucho mayor de enterobacterias partir de las heces colectadas y aisladas en medios de cultivo mediante hisopado en granjas de tipo tradicional en donde la granjas de tipo tradicional obtuvieron mayor incidencia de bacterias patógenas positivas para Escherichia coli y salmonella mientras mientras la de menor incidencia fueron granjas semitecnificado con mejor manejo, en el presente trabajo se justifica igual siendo la produyccion tradicional con mayor incidencia de enterobacterias.

MUESTRA	Granja	CRECIMIENTO AGAR SS	CRECIMIENTO CT-SMAC
M1	Gjr1	-	+
M2	Gjr1	-	+
M3	Gjr1	-	+
M4	Gjr1	-	+
M5	Gjr1	-	+
M6	Gjr2	-	+
M7	Gjr2	-	-
M8	Gjr2	-	+
M9	Gjr2	-	-
M10	Gjr2	-	-

Símbolo + representa el crecimiento en el medio indicado en la parte superior de la tabla; - crecimiento negativo o nulidad de crecimiento.

Elaborado por: autor

Antibiograma

Antibiograma 1

En esta prueba se determinó la susceptibilidad del microorganismo ante la exposición de los antibióticos cloranfenicol, amoxicilina, nitrofurantoina, sulfamicina y las tinturas madre tanto de ajo como y de paico, lo cual resulto con mejor inhibición, ante las cepas

el cloranfenicol y la ciprofloxacina mientras que los demás presentaron nula acción contra el crecimiento bacteriano como se muestra en la Tabla 5. Los porcentajes de sensibilidad a ciprofloxacino mencionados por (1) el cual menciona que durante su evaluación encontró los valores de 69,6 a 84,2% para norfloxacino y 71,7 %-85,3% para ciprofloxacino, en estudios realizados en mujeres con infecciones urinarias no complicadas provocadas por la *Escherichia coli* (1).

Tabla.5 Antibiograma 1

ANTIBIOGRAMA				
	E1	E2	E3	E4
Cloranfenicol	++	++	++	++
Tintura de ajo	--	+-	--	-+
Tintura de paico	--	+-	++	--
Amoxicilina	-	-	-	-
Nitrofurantoína	--	--	--	--
Ciprofloxacino	++	++	+-	-+

Elaborado por: Autor

Antibiograma 2

En esta segunda prueba se utilizó una concentración del 50% de tintura de ajo y paico y 50% de dos antibióticos que no presentaron inhibición, con esto se quiso probar la eficacia que estos puedan tener en conjunto, dando como resultado positivo en todas las combinaciones, se pudo observar inhibición presente en la Tabla 6. En una investigación realizada por (6) utilizando concentraciones de extracto de ajo, las concentraciones que se añadieron fueron en orden creciente oscilando entre 0,5, 1,5 y 3 ml y además se utilizó como control un tubo que no contenía ninguna bacteria, se dejó reposar dentro de una estufa por un lapso de 24 horas. Los resultados mostraron que *Escherichia coli* no mostró inhibición a ninguna concentración; pero la concentración de 3 ml fue capaz de inhibir totalmente *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* (6).

Tabla .6. Antibiograma 2

ANTIBIOGRAMA				
	E1	E2	E3	E4
Tintura de ajo +amoxicilina	++	++	++	++
Tintura de ajo +nitrofurantoina	++	+-	++	++
Tintura de paico+ amoxicilina		++	++	++
	++			
Tintura de paico+ nitrofurantoina	++	++	++	++

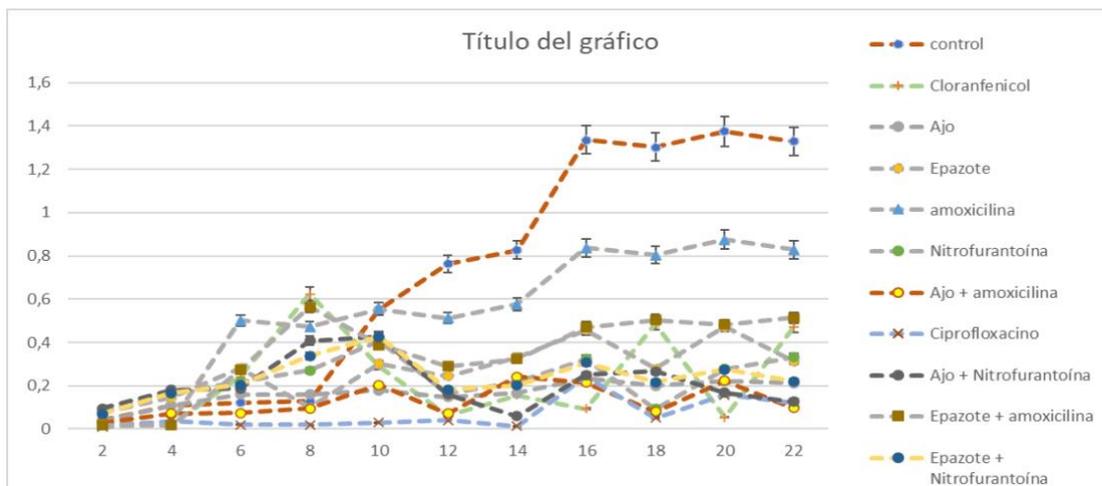
Elaborado por: Autor

4.2. Efectos de los antibióticos y fitofármacos sobre el crecimiento bacteriano en el caldo cultivo.

En la Tabla 7, se presenta la curva de crecimiento bacteriano obtenida de la lectura del espectrofotómetro expresada en la absorbancia y transmitancia dentro de los caldos cultivos a diferentes horas de toma, en lo cual se demuestra la eficacia de los tratamientos basándose en las fases ya mencionadas obteniendo así una respuesta positiva para las combinaciones el T6 (ajo+ amoxicilina) y T8 (ajo + nitrofurantoina), en las cuales se presentó un decrecimiento antes de la fase final tomando como referencia que el control continúa en condiciones óptimas.

El uso de antibióticos en animales destinados al consumo humano es importante para su producción, ya que se utilizan como tratamiento de enfermedades, prevención de enfermedades y promotores del crecimiento (1). Estudios in vivo de poli y oligosacáridos de *Allium* demostraron inmunomodulación prebiótico, antiviral y gastroprotector (2). Y esto en relación a los datos encontrados donde el tratamiento T6 y T8 mostraron una menor curva de crecimiento bacteriano. Por otra parte (3) demostró la sensibilidad de *Staphylococcus aureus* frente a la acción antibacteriana de las diferentes concentraciones del extracto de *Allium sativum* donde se ve claramente que los halos formados por las concentraciones de 25%, 50% y 100% del extracto de *Allium sativum* superan el halo formado por disco Cefalexina control con $p < 0,05$, con diferencia altamente significativa.

Tabla 7. Curva de crecimiento e inhibición entre tratamientos



Elaborado por: Autor

Esto guarda relación con lo manifestado por (23) quien indica que si bien los antibióticos se definen como sustancias químicas elaboradas a partir de distintas especies de bacterias con la finalidad de inhibir el crecimiento de otros microorganismos, para eventualmente destruirlos (22) a través de cambios en las condiciones del medio ambiente, existe la posibilidad de que dichos microorganismos desarrollen resistencia adquiriendo un mecanismo celular que les permite eliminar, degradar o modificar un antibiótico específico, impidiendo que éste sostenga su capacidad para destruirlos o detener su crecimiento .

Se evaluó (4) la actividad antimicrobiana de cuatro extractos vegetales: (perejil rudo, tomillo y gobernadora) y dos aceites esenciales (clavel y orégano), frente a cepas hospitalarias con resistencia múltiple de *Staphylococcus aureus* Gram (+) determinando las concentraciones mínimas de inhibición mediante el método de macrodilución. Los resultados mostraron que no hubo diferencia entre las concentraciones mínimas inhibitorias de los extractos vegetales más allá de las mencionadas, mientras que los aceites fueron los que obtuvieron un efecto antimicrobiano tienen concentraciones mínimas variables inhibitorias o menores que los extractos, en relación con nuestro estudio tanto el extracto de ajo y tomillo tuvo diferencias significativas entre la medición de los halos de inhibición sobre *Enterococcus faecalis* (4).

Un estudio *in vitro* (5), realizó sobre el efecto antimicrobiano de *Allium sativum* frente a bacterias presentes en la boca, concluyendo que el extracto el ácido hidroalcohólico del ajo tuvo efecto frente antimicrobiano tiene la cepa ATCC de *S. mutans*, *Capnocytophaga sputigena* y *C. albicans*, excepto *Lactobacillus casei*. que opuso resistencia. También se

determinó que la concentración de antimicrobiano contra las bacterias orales la mayoría fue de 120mg/ml, teniendo como estándar de referencia el ciprofloxacino a una concentración de 4mg/ml y el fluconazol a una concentración de 2mg/ml, en relación con el presente estudio fue similar ya que el extracto hidroalcohólico de semillas de ajo también tuvo un efecto antibacteriano (5).

Tabla 8: Evaluación de los tratamientos en función a las 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22 horas.

Tratamiento	Hora de evaluación										
	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	12 h	14 h	16 h	18 h	20 h	22 h
T0	0,04 g	0,11 f	0,12 c	0,13 d	0,34 bc	0,32 ab	0,83 k	1,34 k	1,30 k	1,38 j	1,33 k
T1	0,01 b	0,02 b	0,24 h	0,62 k	0,29 bc	0,06 a	0,16 c	0,24 c	0,49 h	0,22 d	0,47 h
T2	0,04 f	0,11 g	0,16 d	0,16 e	0,18 ab	0,15 a	0,17 d	0,09 a	0,2 d	0,05 a	0,21 d
T3	0,07 i	0,15 h	0,28 j	0,10 c	0,3 bc	0,25 ab	0,33 i	0,46 h	0,28 g	0,47 g	0,32 f
T4	0,02 d	0,03 c	0,50 k	0,47 i	0,56 d	0,51 b	0,58 j	0,84 j	0,80 j	0,88 i	0,83 j
T5	0,08 j	0,17 j	0,22 g	0,27 f	0,41 cd	0,16 a	0,22 f	0,33 g	0,09 c	0,28 f	0,33 g
T6	0,03 e	0,07 e	0,08 b	0,10 b	0,20 ab	0,07 a	0,24 g	0,22 b	0,08 b	0,22 d	0,10 a
T7	0,01 a	0,04 d	0,02 a	0,02 a	0,03 a	0,04 a	0,01 a	0,25 d	0,05 a	0,16 b	0,12 b
T8	0,09 k	0,18 k	0,19 e	0,41 h	0,43 cd	0,16 a	0,06 b	0,25 e	0,27 f	0,17 c	0,13 c
T9	0,02 c	0,02 a	0,27 i	0,57 j	0,39 cd	0,29 ab	0,32 h	0,47 i	0,50 i	0,48 h	0,52 i
T10	0,07 h	0,17 i	0,21 f	0,34 g	0,43 cd	0,19 ab	0,20 e	0,31 f	0,22 e	0,28 e	0,22 e
p-valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0028	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV	4,51	1,57	0,48	3,4	18,08	27,58	3,5	0,23	2,60	0,24	0,24
EEM	0,00	0,00	5,80E-04	0,00	0,03	0,07	0,00	5,80E-04	0,000	5,80E-04	0,00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: La autora

Tabla 8 muestra que todas las horas evaluadas presenta significancia estadística altamente $P = < 0,0001$, excepto a las 12 horas cuya probabilidad del error supera al 0,05 de Tukey con 0,0028. En el desarrollo de la evaluación se puede notar que, al arrancar la evaluación a las 2 horas, el tratamiento T7 el que se posiciona con el mejor resultado de 0,01 seguido del T1 y T9 con 0,01 y 0,02 respectivamente. A las 4 horas de evaluación es el tratamiento T9 cuyo valor de 0,02 supera estadísticamente al T7 con 0,04 y T1 0,02. Nuevamente a las 6 y 8 horas evaluadas es el tratamiento T7 quien muestra sus resultados por encima de los demás tratamientos. En contraste con lo mencionado (6) que el extracto de *A. sativum* (50 g de ajo machacado en 5 ml de agua estéril), el extracto acuoso de *A. fistulosum* no mostró actividad inhibitoria contra *Salmonella* spp. A pesar de esto, *A. fistulosum* exhibió el mayor potencial antibacteriano contra *P. aeruginosa* y *S. aureus.*, logrando radios de halo promedio en torno a los 8 mm, dicho extracto tuvo un efecto inhibitorio contra *E. coli* y *B. cereus*, pero con baja actividad antibacteriana, especialmente contra *Escherichia coli*, en cuyo caso los datos del radio del halo son muy pequeños. En ninguno de los extractos acuosos probados se observó una tendencia de comportamiento (sensibilidad o resistencia) de bacterias Grampositivas o Gramnegativas (7).

En la evaluación realizada a las 10 y 12 horas se presentó un fenómeno curioso con respecto a los resultados, los tratamientos presentan similitud estadística entre sí, esto se adjudica como el punto máximo de multiplicación de los microorganismos propiamente, gracias a su naturaleza, esto explica el aumento de la resistencia en las lecturas realizadas según avanzará el tiempo de evaluación en horas, dando como resultado el fracaso habitual de los antibacterianos para erradicarlas, aunque las pruebas de laboratorio muestran sensibilidad a los antibióticos utilizados, por lo que se ha propuesto el desarrollo de biopelículas para su uso en la determinación de la susceptibilidad a estos productos químicos (8).

Por otro lado, en una investigación realizada por (8) con cepas de *Pseudomonas Aeruginosa* encontraron que la sensible célula PS9 disminuye visiblemente su población con una baja concentración de antibióticos en estado planctónico. Sin embargo, pasadas 24 horas, una vez perdida la población, disminuye en más de 5 unidades logarítmicas; en concentraciones medias y altas la población planctónica decrece en niveles no medio para la técnica utilizada para la colección de microorganismos viables. La misma cepa en estado de biopelícula cambia su comportamiento frente a las mismas dosis de antibiótico;

su población no decrece en ninguna de las concentraciones; incluido dentro de las 24 horas, la población será permanentemente.

Ya en la evaluación realizada a las 14 y 18 horas nuevamente el tratamiento T7 se posiciona con los promedios de mayor relevancia por encima de los otros tratamientos evaluados, posterior se presenta que a las 16 y 20 horas el tratamiento T2 es el posicionado como el que mejor resultado presentan sus medias, no obstante el tratamiento T7 se posesiona en segundo lugar en dichas horas, finalizando la evaluación a las 22 horas siendo el tratamiento T6 con 0,10 el de mayor resultado estadístico, seguido del T7 con 0,12 cuya media lo colocó por encima de los demás tratamientos evaluados. Por los resultados encontrados en las 2, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 20 y 22 horas es innegable describir que el tratamiento T7 con mayores promedios lo posicionan como una respuesta segura ante su uso como antibiótico natural.

El ciprofloxacino es una de las quinolonas aún prescritas para el tratamiento de algunas infecciones del tracto urinario, fibrosis química, pie diabético, otitis media, y como alternativa a la tetraciclina en el tratamiento del cólera. Algunas de las quinolonas más nuevas tienen un efecto tóxico en los pacientes y se usan solo en ciertos tipos de infecciones (9). *Escherichia coli* ha mostrado baja sensibilidad a cotrimoxazol y ampicilina. Los porcentajes de sensibilidad a ciprofloxacino (71,7%-85,3%) en estudios realizados en mujeres con infecciones urinarias no complicadas (10).

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Mediante la evaluación realizada en el cultivo de peptonas se logró identificar como bacteria principal de crecimiento de cultivo a la *Escherichia coli* perteneciente a la familia de las enterobacterias cuya naturaleza es propia de vivir en los intestinos de los mamíferos cuya presencia sin control sanitario, puede ocasionar un crecimiento bacteriano exponencial.
- Los tratamientos T6 Tintura de ajo + amoxicilina y T8 Tintura de ajo+ nitrofurantoina obtuvieron resultados favorecedores en cuanto a la inhibición de la bacteria evaluada, demostrando que estos tratamientos naturales logran una influencia positiva en cuanto a la abstención de *Escherichia coli* ; no obstante, también se encontró que el tratamiento T7 cuya composición principal fue “ciprofloxacino” un antibacteriano comercial convencional en relación a periodos evaluados de 2, 6, 8,14 y 18 horas, esto también trabaja la inhibición de la bacteria *Escherichia Coli* , aunque no de forma lineal constante.

5.2. Recomendaciones

En función a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Replicar la investigación utilizando materia fecal de otras especies de interés zootécnicos que sean propensas a infecciones gastrointestinales con *Escherichia coli* empleando técnicas moleculares para la detección e identificación de especies, tipos de enterobacterias patógenas.
- Realizar nuevos estudios enfocados en la misma metodología de investigación; pero con aceites esenciales, tomillo, cúrcuma, u otras formas de preparación entre de antibióticos naturales.

CAPÍTULO VI

6. Bibliografía

6.1. Bibliografía

1. Reyes Silva D, Aguiar Novillo SN, Enriquez Estrella A, Uvidia Cabadiana A. Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus* L.) en Ecuador. Revista Científica Dominio de las Ciencias. 2021; 7(6).
2. Curipoma Maisincho V. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en cuyes de producción (*cavia porcellus*), con el metodo coprológico. Tesis de grado. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Medicina Veterinaria y Zootecnia 2017
3. Guerra León C. Manual Técnico de Crianza de Cuyes. Primera ed. Cajamarca: Cedepas; 2009.
4. Moglia JC, Castiglione MC. Microdosis de plantas medicinales: Una alternativa para la utilización sustentable de los recursos vegetales del bosque chaqueño. Revista de Ciencias Forestales- Quebracho. 2018;(15).
5. Pilay Parraga k. Fitofarmacos en la prevencion de coccidiosis y efectos en el comportamiento productivo en pollos de engorde. Tesis de grado. Mocache: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias. UTEQ -0106 2016.
6. Huaman M, Chauca L, kiberlli M. Frecuencia de parasitos gastrointestinales en cuyes reproductoras de crianza intensiva. Salud tecnoliga Veterinaria. 2019; 3(12): p. 12.
7. Valencia ILbay M. Utilización de diferentes pastos de la amazonia en la alimentacion de cuyes durante la etapa de crecimiento y engorde. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. 2018
8. Ramos Ttito I. Crianza, Producción y Comercialización de Cuyes. Primera ed. Arestegui , editor. Lima: Macro EIRL; 2014.

9. Montes Andia T. Asistencia Técnica Dirigida en Crianza Técnica de Cuyes. Cajamarca: UNALM, Agrobanco 2019.
10. Zeas V. Analisis productivo, indice de conversión y mortalidad en cuyes durante el periodo de engorde, manejados en pozas y jaulas. Tesis de grado. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana, Medicina Veterinaria y Zootecnia 2019.
11. Ordoñez Panamá E. Evaluación del crecimiento y mortalidad en cobayos suplementados con pulpa de naranja. Tesis de grado. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Medicina Veterinaria y Zootecnia.2017.
12. Valverde , Trujillo , Toalombo. Alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) con pastos y forraje de clima tropical en Pastaza-Ecuador bajo un sistema de crianza piramidal. AICA. 2021;(16).
13. Chauca de Zaldivar L. Fao. [Online]; 2005. Acceso 19 de julio de 2022. Disponible en: HYPERLINK"<https://www.fao.org/3/v6200t/v6200T05.htm>"
<https://www.fao.org/3/v6200t/v6200T05.htm> .
14. Reynaga Rojas MF, Vergara Rubin V, Chauca Francia L, Muscari Greco J, Higaonna Oshiro R. Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2020; 31(3).
15. Henriquez Vargas A, Mamani Quispe P. Sistema Digestivo del Cuy (*Cavia Porcellus*). Practica de campo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, Ciencias Agropecuarias2016.
16. Tubón Siza M. Utilizacion de forraje hidropónico mas balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes. Tesis de grado. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Ciencias Agropecuarias 2011.
17. Treviño Caycho CA. Prevalencia de *Cryptosporidium spp.* y *Eimeria caviae* en cuyes (*Cavia porcellus*) de producción familiar comercial del distrito de Matahuasi, provincia de

- Concepcion, Junin. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Medicina Veterinaria 2017.
18. Sánchez Balbín J. Estimación del parasitismo gastrointestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) de la ciudad de Huancayo -departamento de Junín. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Medicina Veterinaria 2011.
 19. Marcatoma Capito M. Compuestos fenólicos de *allium sativum* (ajo) en la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias Agropecuarias 2019.
 20. Mamet G, soledad B. FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIA. [Online].; 2016. Acceso 27 de junio de 2022. Disponible en: HYPERLINK "<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/735/GETINO%20MAMET,%20BRENDA.pdf?sequence=1>" _.
 21. Zevallos Grados A. Efecto del Tratamiento a base de flor de papaya, ajo,y limón en parasitismo (nematodiasis),gastrointestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) en el distrito de Huánuco - Departamento de Huánuco. Tesis de grado. Huanuco-Peru: Universidad Nacional Hermillo Valdizan de Huanuco, Medicina Veterinaria.TMV 2018.
 22. Arévalo Lara MA. Efecto de la utilización del ajo macerado (*Allium sativum*) en el control de yersinia pseudotuberculosis y escherichia coli en cuyes, etapa crecimiento - engorde. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias Pecuarias 2019.
 23. INAMHI. Información Agrometeorológica de la Finca Experimental La María. Quevedo: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Agrometeorológico del INIAP 2016.

CAPÍTULO VII

7. ANEXOS



