



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESINA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

PREVALENCIA DE ENTEROBACTERIAS EN COBAYOS (*Cavia porcellus*) EN EL  
SISTEMA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR-COMERCIAL MEDIANTE DIAGNÓSTICO  
MICROBIOLÓGICO

Trabajo de titulación previo a la obtención  
del título de Médico Veterinario

AUTOR: JUAN DIEGO GUZMÁN CAJAMARCA

TUTORA: DRA. MÓNICA JUDITH ESPADERO BERMEO, MSc

Cuenca - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Juan Diego Guzmán Cajamarca con documento de identificación N° 0106984933  
manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que si fines de lucro la Universidad  
Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el  
presente trabajo de titulación.

Cuenca, 23 de marzo del 2022

Atentamente,



Juan Diego Guzmán Cajamarca

0106984933

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Juan Diego Guzmán Cajamarca con documento de identificación N° 0106984933, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo Experimental: “Prevalencia de enterobacterias en cobayos (*Cavia porcellus*) en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de marzo del 2022

Atentamente,



Juan Diego Guzmán Cajamarca

0106984933

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mónica Judith Espadero Bermeo con documento de identificación N° 0103645412, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PREVALENCIA DE ENTEROBACTERIAS EN COBAYOS (*Cavia porcellus*) EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR-COMERCIAL MEDIANTE DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO, realizado por Juan Diego Guzmán Cajamarca con documento de identificación N° 0106984933, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de marzo del 2022

Atentamente,



Dra. Mónica Judith Espadero Bermeo, MSc  
0103645412

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis abuelos José y Rosa, a mi madre Lorgia quienes fueron los responsables de que esto se hiciera realidad, gracias por inculcarme los valores que me motivaron a terminar con este proyecto, estoy eternamente agradecido por su confianza puesta en mí.

A mis hermanos Marco, Ismael, Brando, gracias por brindarme su apoyo, sus buenos deseos y la positividad que la necesitaba en cada etapa que atravesaba, también dedico a Toñito por ser una persona generosa.

Finalmente dedico a mi hija Antonella que fue mi inspiración para poder concluir con este proceso, su particular singularidad de darme ánimo y fuerzas cada día.

## AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento a todos los docentes de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Politécnica Salesiana, gracias por impartir su sabiduría y sus conocimientos en mi formación académica.

Agradezco al Ingeniero Mauricio Salas por haberme apoyado en el tema del proyecto, asimismo a la Dra. Mónica Espadero quien con sus conocimientos, aptitudes y capacidades me ayudo en la ejecución del tema.

Por último, agradezco a mi familia, compañeros y amigos que estuvieron presentes, pues fueron de gran apoyo, su capacidad para subirme el ánimo y sacarme buena vibra fue de gran impulso.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	11
ABSTRACT .....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Problema.....	13
1.2. Delimitación.....	14
1.2.1. Espacial .....	14
1.2.2. Temporal .....	15
1.2.3. Académica.....	15
1.3. Explicación del problema.....	15
1.4. Objetivos .....	16
1.4.1. Objetivo General .....	16
1.4.2. Objetivo Especifico.....	16
1.5. Hipótesis.....	17
1.5.1. Hipótesis nula.....	17
1.5.2. Hipótesis alternativa.....	17
1.6. Fundamentación Teórica.....	17
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL.....	19
2.1. Cuy.....	19
2.3. Clasificación Taxonómica.....	20
2.4. Producción de cuyes.....	20
2.4.1. Sistema familiar o tradicional.....	20
2.4.2. Sistema familiar comercial.....	21
2.4.3. Sistema comercial.....	21
2.5. Sanidad de los cuyes.....	21
2.6. Bioseguridad.....	22
2.7. Enfermedades infecciosas .....	23
2.8. Enterobacterias .....	23
2.8.1. <i>Yersinia</i> .....	23
2.8.2. <i>Salmonella</i> .....	24
2.8.3. <i>Escherichia coli</i> .....	25
2.8.4. <i>Shigella</i> .....	26

2.8.5.	Diagnóstico microbiológico .....	27
2.8.6.	Medios de cultivo .....	28
2.9.	Resumen del arte del estado del problema. ....	34
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
3.1.	Materiales físicos.....	36
3.2.	Materiales Químicos.....	37
3.3.	Materiales Biológicos.....	38
3.4.	Métodos.....	38
3.5.	Diseño estadístico.....	38
3.6.	Población y muestra .....	39
3.6.1.	Población.....	39
3.6.2.	Selección y tamaño de muestra .....	39
3.6.3.	Obtención de la muestra .....	40
3.6.4.	Procedimiento para realizar el cultivo.....	40
3.6.6.	Procedimiento para realizar citología.....	41
3.7.	Operalización de Variables .....	42
3.8.	Consideraciones éticas .....	43
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1.	Graficación de la encuesta a los productores .....	44
4.3.	Prevalencia de cada Enterobacteria.....	48
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
5.1.	Conclusiones .....	50
5.2.	Recomendaciones.....	51
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
7.	ANEXOS.....	55



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del cuy .....	20
Tabla 2 Materiales físicos de oficina.....	36
Tabla 3 Materiales físicos de laboratorio .....	36
Tabla 4 Equipos de laboratorio .....	37
Tabla 5 Medios y reactivos .....	37
Tabla 6 Materiales Biológicos.....	38
Tabla 7 Variable independiente Muestras de hisopados rectales en cuyes .....	42
Tabla 8 Variable dependiente: cultivo .....	42
Tabla 9 Prevalencia de enterobacterias en cobayos en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico.....	47
Tabla 10 Prevalencia de enterobacterias en cobayos en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico.....	48

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización espacial del proyecto .....	15
Figura 2. Manifestación del tipo de alimentación que reciben sus cobayos .....	44
Figura 3. Porcentaje si los productores tienen capacitación de un Médico Veterinario o de un técnico. ....	45
Figura 4. Porcentaje de aplicación o no de bioseguridad en los galpones .....	45
Figura 5. Porcentaje de si los productores aplican cuarentena a los cobayos nuevos que van ingresar a la granja .....	46
Figura 6. Porcentaje de si los productores desinfectan el galpón luego de su limpieza..	46
Figura 7. Resultado general de la prevalencia Enterobacterias en cobayos .....	47
Figura 8.Resultado de la prevalencia para cada Enterobacteria. ....	48

## RESUMEN

El presente trabajo se ejecutó en la parroquia de Cumbe, la cual se encuentra ubicada en el cantón Cuenca de la provincia del Azuay, cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de enterobacterias en cobayos en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico. El estudio fue realizado con muestras rectales tomadas de forma al azar en 20 granjas, el análisis se efectuó en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en el área de “Ciencias de la vida”. Se realizó cultivos bacterianos con la técnica de siembra por agotamiento, primero se sembró en Agar MacConkey en cajas petri y luego en cultivos diferenciales para *Salmonella*, *E. Coli*, *Shigella* y *Yersinia*. Para su caracterización se empleó la tinción de Gram y finalmente se tipificó con las pruebas bioquímicas correspondientes, obteniendo los siguientes resultados: *E. coli* (81.16%), *Salmonella typhimurium* (2.90%), *Shigella flexneri* (15.94%), *Yersinia spp* (0%). Concluyendo que en las granjas de la parroquia Cumbe perteneciente a la provincia del Azuay, hay presencia de Enterobacterias que son altamente patógenas para los cobayos, debido a la falta de aplicación de normas de bioseguridad.

## ABSTRACT

The present work was carried out in the parish of Cumbe, which is located in the Cuenca canton of the province of Azuay, whose objective was to determine the prevalence of Enterobacteria in guinea pigs in the family-commercial production system through microbiological diagnosis. The study was carried out with rectal samples taken randomly in 20 farms, the analysis was carried out in the laboratory of the Salesian Polytechnic University in the area of "Life Sciences". Bacterial cultures were performed using the depletion seeding technique, first planted on MacConkey Agar in petri dishes and then on differential cultures for Salmonella, E. Coli, Shigella and Yersinia. For its characterization, Gram staining was used and finally it was typified with the corresponding biochemical tests, obtaining the following results: E. coli (81,16%), Salmonella typhimurium (2.90%), Shigella flexneri (15.94%), Yersinia spp (0.00%). Concluding that in the farms of the Cumbe parish belonging to the province of Azuay, there is the presence of Enterobacteria that are highly pathogenic for guinea pigs, due to the lack of application of biosafety standards

## 1. INTRODUCCIÓN

“El curí es un mamífero roedor, también conocido como conejillo de indias o cobayo, originario de la región latinoamericana. En la actualidad forma parte de la alimentación de poblaciones rurales y en ciertas ciudades, es considerado un plato típico” (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2013, p.59). La crianza de cuyes es una actividad importante con gran virtud debido a que posee una valiosa fuente de alimento proteico, y no requiere cuidados difíciles de realizarlos, para las personas de las comunidades rurales se ha convertido en un sustento de vida (Salazar, 2007).

Según Salazar (2007) la producción de los cobayos en el Ecuador se lleva a cabo de manera tradicional en el sistema familiar, desde hace poco tiempo se ha tratado de mejorar parámetros para su mejor producción, uno de los problemas que se encuentra el productor es con las enfermedades causadas por problemas sanitarios, causando disminución en la producción.

Con esta investigación se quiere determinar la prevalencia de enterobacterias tales como: *Yersinia spp*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, presentes en las diferentes granjas de la parroquia Cumbe, generando información de gran relevancia sobre los agentes causales de las enfermedades entéricas, ya que en el área de estudio no existe antecedentes sobre la presencia de estas enfermedades.

### 1.1. Problema

La producción de cobayos se convierte en un problema cuando hay un incremento en la mortalidad y morbilidad de los animales, provocado en gran parte por la falta de bioseguridad en los galpones y una inadecuada alimentación, puesto que esto genera un estado de inmunodepresión, lo que facilita la entrada de bacterias entéricas oportunistas propias de la microbiota intestinal al organismo del animal, causando una infección

bacteriana. Hay que considerar que su mortalidad es alta cuando no se toma medidas para evitar su diseminación y propagación.

Encontrar los agentes bacterianos causales de la infección es de gran importancia ya que se puede controlar y erradicar la enfermedad mediante la aplicación de medidas de prevención o por medio de antimicrobianos que sean susceptibles para cada bacteria.

El alcance del tema es publicar información para que los productores de cobayos en el sistema de crianza familiar-comercial tomen en consideración en la crianza, puesto que mejoraría su eficacia productiva lo que generaría mayor producción, consecuentemente un mayor ingreso económico para su familia.

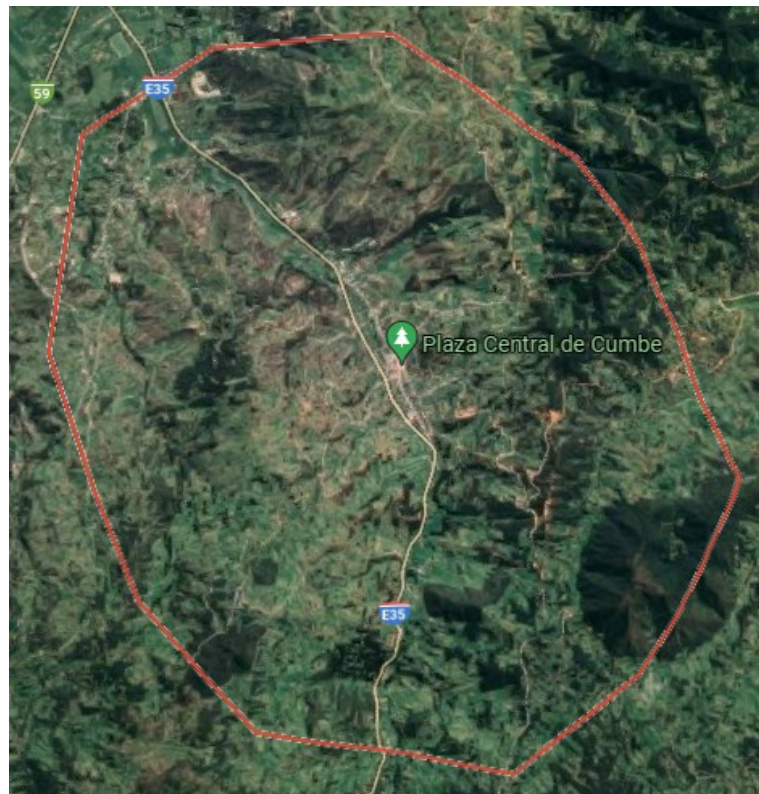
## 1.2. Delimitación

### 1.2.1. Espacial

El trabajo de campo se realizó en 20 diferentes granjas de la parroquia Cumbe del Cantón Cuenca en la Provincia del Azuay.

El trabajo de laboratorio se llevó a cabo en el laboratorio del área “Ciencias de la Vida” de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca campus el Vecino.

Figura 1. *Localización espacial del proyecto*



Fuente: Google (2021).

### 1.2.2. Temporal

El presente trabajo tuvo una duración de 400 horas repartidas en trabajo de campo, tabulación de datos y en la elaboración del documento final.

### 1.2.3. Académica

La investigación está orientada hacia la Sanidad Animal e Inocuidad de Alimentos y está relacionada con las disciplinas de Microbiología y Epidemiología.

### 1.3. Explicación del problema

La importancia de la investigación sobre la prevalencia de enterobacterias presentes en las heces de los cobayos radica en las pérdidas económicas que producen a los productores debido a que estas bacterias causan enfermedades con alto índice de

mortalidad, generando disminución del hato, disminución en la conversión alimenticia, bajo peso a la canal y que además son enfermedades que pueden ser transmitidas a las personas. Por lo tanto, esta recolección de información generará datos actuales sobre la prevalencia de enterobacterias en cobayos en el sistema de crianza familiar-comercial, pues se tendrá una visión más amplia para la crianza de cuyes, ya que consideramos que la falta de aplicación de medidas de bioseguridad provoca un alto índice la prevalencia de enterobacterias.

#### 1.4. Objetivos

##### 1.4.1. Objetivo General

Determinar la prevalencia de enterobacterias en cobayos (*Cavia porcellus*) en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico en la parroquia de Cumbe, Cantón Cuenca.

##### 1.4.2. Objetivo Especifico

- Recolectar muestras de heces de cobayos mediante hisopado rectal.
- Determinar la presencia de enterobacterias en muestras rectales de cobayos mediante la técnica de siembra por agotamiento.
- Aislar las enterobacterias en medios selectivos para su posterior caracterización.
- Caracterizar las especies bacterianas mediante métodos fenotípicos de identificación.



## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis nula

Ho: Existe Enterobacterias en cobayos en el sistema de producción familiar-comercial en la parroquia de Cumbe de la ciudad de Cuenca.

### 1.5.2. Hipótesis alternativa

Ha: No existe Enterobacterias en cobayos en el sistema de producción familiar-comercial en la parroquia de Cumbe de la ciudad de Cuenca.

## 1.6. Fundamentación Teórica

La realización del trabajo experimental está enfocada en presentar información confiable sobre la prevalencia de enterobacterias en cobayos en el sistema de crianza familiar-comercial ocasionada por la falta de bioseguridad que presentan las granjas, para que los cunicultores tomen en consideración ciertas normas de manejo técnico, así su producción será más eficiente y productiva, disminuyendo su morbilidad y mortalidad por causa de las enfermedades infecciosas que estas producen.

En Ecuador existe una entidad pública que es la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad), la cual está encargada del control, regulación para la protección y el mejoramiento de la sanidad animal y vegetal, así como en la inocuidad de alimentos, para beneficio del sector agropecuario, proporcionando productos de calidad (Agrocalidad, 2021).

Agrocalidad ofrece una “Guía de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Cuyes” en el cual menciona las medidas higiénicas y la bioseguridad de las granjas, enfatizando la higiene del personal, la limpieza y desinfección de las granjas, así como el control de plagas. En la Parroquia de Cumbe las personas que se dedican a la producción de cobayos no tienen un conocimiento adecuado sobre esta guía la cual no ayuda a una

crianza satisfactoria, teniendo muchos desaciertos en su producción y por consecuencia obteniendo altos índices de morbilidad y mortalidad.

La crianza de cobayos es una fuente de ingresos económicos para las personas de la zona rural de nuestro país, gracias a que es una especie de fácil adaptación, manejo y que además posee características de prolificidad, fertilidad y adaptación a una variedad de alimentos del campo, la cual debe ser tomada en cuenta para ayudar a mejorar su producción. Además, este trabajo experimental proporcionará información científica para consultas el área de Microbiología Veterinaria.

## 2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

### 2.1.Cuy

El cuy o llamado también conejillo de indias (*Cavia porcellus*) es un roedor sudamericano perteneciente a la familia de los cavy (Caviidae). Es similar a otros cavies por tener cuerpos robustos con extremidades cortas, cabeza y ojos grandes, orejas cortas, garras cortas y afiladas. Existe algunas razas de cobayos, las cuales se clasifican por la textura y longitud del pelaje. Su alimentación es a base de vegetación y no se necesita suministrar agua si el alimento es lo suficientemente húmedo. (Musser, 2021).

### 2.2.Historia

Aparentemente, los cobayos fueron domesticados hace más de 3.000 años en Perú, coincidiendo con el cambio del estilo de vida de los humanos de nómada a uno agrícola. Los incas criaban a los cobayos a lo largo de la Cordillera de los Andes desde el noroeste de Venezuela hasta el centro de Chile. Son una fuente de alimento para los pueblos originarios de Ecuador, Perú, Bolivia. En el siglo XVI llegaron a Europa, y desde el siglo XIX ha sido habitual tenerlos como mascotas (Musser, 2021).

### 2.3. Clasificación Taxonómica

Tabla 1 *Taxonomía del cuy*

Clasificación científica	
Reino:	Animal
Clase	Mamífero
Orden	Roedores
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Género	<i>Cavia</i>
Especie	<i>Cavia Porcellus</i> (especie Doméstica)

(Vivas, 2009)

### 2.4. Producción de cuyes

En la región de América del Sur, por lo general existe tres formas de criar a los cobayos, las cuales se distinguen por la tecnificación del galpón y las prácticas que se desarrollen dentro de ella. Se clasifica en el: sistema familiar, familiar comercial y sistema comercial (Rico & Rivas, 2003).

#### 2.4.1. Sistema tradicional

En este sistema de crianza se debe garantizar alimento para la familia, es el que tiene más auge y distribución en las zonas rurales, siendo un sistema no muy eficiente por la calidad de alimentación siendo residuos de cocina y ciertos pastos de bajo contenido proteico. El lugar que se ocupa para su crianza es habitualmente la cocina, donde están protegidos de temperaturas bajas. Las características que se aprecian en este sistema son:

consanguinidad, alta mortalidad, baja prolificidad, no hay control de empadre, alta prevalencia de microorganismos patógenos, competencia de alimento, competencia de espacio y mayor influencia de cobayos criollo. (Ataucusi, 2015, p. 16)

#### 2.4.2. Sistema familiar comercial

El sistema familiar comercial es una producción mejor administrada, parte de la producción se destina a la venta externa, donde se obtiene ganancias para solventar gastos del hogar. La familia obtiene un pequeño ingreso económico. Los encargados del manejo del galpón son la familia, especialmente la madre y los hijos. Tanto los alimentos como los insumos se obtienen del campo y de distribuidoras de balanceado (Ataucusi, 2015).

#### 2.4.3. Sistema comercial

En este sistema existe una inversión económica por parte del propietario, que se utiliza para la construcción del galpón, compra de especies mejoradas genéticamente, implementación de riego, mejora de pasto, adquisición de medicamentos, vitaminas y alimento balanceado; se debe realizar un análisis para conocer el coste de producción para poder establecer un costo de unidad para que la producción sea rentable. Este sistema está desarrollado para aumentar la productividad y ganancias; por lo que, se debe realizar ciertas actividades como: buena nutrición, control de empadre, aplicación de normas de bioseguridad, tener una buena ventilación e iluminación en la parte interna del galpón, además que su temperatura debe fluctuar entre 15 a 20°C y que su humedad debe estar bajo el 75% (Ataucusi, 2015).

#### 2.5. Sanidad de los cuyes

Los problemas de salud en los cobayos están relacionados con el envejecimiento, enfermedades dentales, trastornos reproductivos, lesiones, enfermedades infecciosas causadas por virus y bacterias. La prevención de problemas de salud en los cuyes es clave. Una dieta adecuada que no cambie de un día para otro, agua limpia, materiales de cama

suaves, limpieza y desinfección de jaulas, un ambiente de bajo estrés, todos ayudan a prevenir enfermedades. (Quesenberry & Thomas, 2019)

“Muchos tipos de bacterias, virus y parásitos pueden alterar el sistema digestivo de un conejillo de indias. Algunas señales de que el sistema digestivo está alterado son diarrea, pérdida de peso, pérdida de energía, falta de apetito y deshidratación” (Quesenberry & Thomas, 2019).

Algunos cobayos que han sido afectados pueden morir repentinamente sin presentar ningún síntoma. Otros pueden tener varios signos como un pelaje áspero, manchas en el pelaje alrededor del área anal, heces blandas y fétidas, postura encorvada, ojos hundidos, deshidratación, dolor a la palpación abdominal, puede presentar fiebre como también baja temperatura corporal (Quesenberry & Thomas, 2019).

El impacto que causa los problemas sanitarios se ve afectado directamente en disminución de ingresos para los productores de cuyes, la mortalidad es debido a enfermedades tanto agudas como crónicas causadas por infestaciones de parásitos. Existen algunos factores de riesgo para que se presente la enfermedad tales como: el mal manejo del galpón, presencia de microorganismos patógenos y la falta de bioseguridad (Huamán, Killerby, & Chauca , 2019).

## 2.6. Bioseguridad

Se entiende como bioseguridad al conjunto de actividades y medidas que se realizan estrictamente en una producción de cuyes, estas tienen como objetivo principal reducir la propagación de microorganismos patógenos que son transmisibles para los animales, así disminuyendo su incidencia y contagio (Huamán, Killerby, & Chauca , 2019).

## 2.7. Enfermedades infecciosas

Las enfermedades infecciosas son manifestaciones consecuentes a lesiones o heridas que no se da importancia en el tiempo adecuado, así permitiendo un ambiente apropiado para que se desarrolle una serie de reacciones biológicas causadas por varios microorganismos patógenos. Se caracterizan por desarrollarse luego de un proceso de necrosis de tejidos u órganos afectados. Estas enfermedades pueden ser zoonóticas, es decir, que se pueden transmitir de un animal a una persona, siendo así, se debe tomar las medidas de bioseguridad o aplicación de buenas prácticas pecuarias en el manejo de material biológicos como exudados, sangre e instrumentos para el tratamiento. (Rojas, 2010, p. 14)

## 2.8. Enterobacterias

La familia enterobacteriaceae es ubicua y los miembros se encuentran en todo el mundo en diversas fuentes ecológicas como suelo, agua, vegetación y animales. Ciertas especies conforman la microbiota normal de los animales y humanos, aunque muchos se asocian frecuentemente con enfermedades diarreicas e infecciones extraintestinales. La transmisión de la infección intestinal es clásicamente fecal-oral, por contacto directo con animales o su entorno, por ingesta de agua y consumo de alimentos contaminados (Jenkins, Rentennar, Landraud, & Brisse, 2017).

### 2.8.1. *Yersinia*

La *Yersinia* causa una enfermedad que se le denomina yersiniosis, en la mayoría de los casos la bacteria que afecta a los cobayos es la *Yersinia pseudotuberculosis* la cual pertenece a la familia Enterobacteriaceae, está ligada a otras dos especies que tienen importancia en la salud pública, *Yersinia enterocolitica* y *Yersinia pestis*. Sin embargo, la bacteria que causa la enfermedad en humanos; *Yersinia pseudotuberculosis*, también es el principal patógeno en los animales (Viboud y Bliska, 2005, como se citó en Jaramillo,

Patiño, & Rodríguez, 2008). En una producción de cobayos la yersiniosis es una enfermedad que tiene un alto índice de mortalidad y morbilidad, por lo que causa altas pérdidas económicas al productor (González et al., 1989, como se citó en Jaramillo, Patiño, & Rodríguez, 2008).

Los cobayos ocasionalmente se infectan con la bacteria *Yersinia Pseudotuberculosis* a través de alimentos y agua contaminada. La bacteria también puede atravesar al organismo por cortes o fricciones en la piel y en mucho de los casos a través de las vías respiratorias. Si un cobayo se infecta esta puede propagarse al torrente sanguíneo y causar la muerte súbita. Los conejillos de indias infectados pueden perder de peso, desarrollar diarrea y morir en el transcurso de 3 a 4 semanas, los ganglios linfáticos del cuello o del hombro pueden agrandarse y en ocasiones no presentan síntomas. Los cobayos que han sido infectados por esta bacteria deben ser sacrificados y se debe realizar una desinfección en la zona de crianza (Quesenberry & Thomas, 2019).

### 2.8.2. *Salmonella*

La *Salmonella* es una Enterobacteria y forma parte del grupo de las bacterias Gram negativas, es una bacteria intracelular facultativa, sus especies son *la S. entérica* y *S. bongori*, aunque el potencial de patogenicidad está dado por *S. entérica* y 2.600 serotipos que se han encontrado hasta el momento. Los serotipos que causan la enfermedad en animales forman parte de la sub-especie entérica y su similitud es del 90% en el ADN (Barreto, Castillo, & Retamal, 2016).

El reservorio de *Salmonella* es el tracto intestinal en animales de sangre caliente y de sangre fría. La *Salmonella* puede sobrevivir durante nueve meses o más en el medio ambiente en sitios como suelo húmedo, agua, partículas fecales y en alimentos de animales como harinas de: sangre, hueso y pescado (Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire, 2013, p. 256).



La Enterobacteria resiste a la acides que se produce en el estómago y a la osmolaridad que hay en el intestino delgado, ingresa a través de las células del epitelio del intestino delgado especialmente por el íleon, es capaz de evitar ser atrapada por células dendríticas y macrófagos que realizan fagocitosis, así colonizan principalmente el tejido linfoide subyacente como los ganglios mesentéricos. Los macrófagos son células blanco en la infección, pues la bacteria crea un compartimento ácido que se le denomina como vacuola, por ende, evade la actividad de lisis de los componentes lisosomales, se multiplica y se distribuye por los tejidos hasta llegar a los diferentes órganos, produciéndose una infección local o sistémica (Quinn & Markey, 2003).

Para evitar la infección por *Salmonella* se debe reducir los riegos mediante estrategias en el interior del galpón, se debe considerar la adquisición de animales sanos con procedencia conocida, además se debe evitar dar agua y alimento contaminado (Quinn & Markey, 2003).

### 2.8.3. *Escherichia coli*

La *Escherichia coli* es un habitante natural del intestino grueso e intestino delgado inferior de todos los mamíferos. Suele estar presente en mayor número en carnívoros y omnívoros que en herbívoros. *Escherichia coli* se excreta en las heces y puede sobrevivir en partículas fecales, polvo y agua durante semanas o meses (Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire, 2013, p. 245).

Las cepas de *Escherichia coli*, normalmente consideradas como no patógenas, pueden causar infecciones oportunistas en varios sitios del cuerpo como glándulas mamarias (mastitis) y útero (metritis). Se clasifican las cepas patógenas de *E. coli* según el tipo de enfermedad que producen y según los determinantes de virulencia que poseer (Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire, 2013, p. 246).

Las cepas de *Escherichia coli* se pueden dividir en las que causan enfermedad extraintestinales y las que causan infecciones entéricas. Las enfermedades extraintestinales son el resultado de la infección con cepas que causan afecciones invasivas como la septicemia (SEPEC), y también incluyen *E. coli* uropatógena (UPEC) y *E. coli* patógena aviar (APEC) (Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire, 2013, p. 246).

La *E. Coli* primero se adhiere a las células epiteliales del intestino, coloniza tanto el intestino delgado como el intestino grueso, para luego destruir a las células de absorción del intestino, provocando la atrofia de las vellosidades, lo que conlleva a una deshidratación por la falta de la capacidad de absorción y mala digestión, lo que provoca una mala conversión alimenticia, anorexia, deshidratación y finalmente a la muerte (Carvalho, 2016).

Para la profilaxis en la colibacilosis se debe tomar los siguientes puntos: higiene, genética, manejo, planes de alimentación, adecuada nutrición, sin embargo, en la actualidad se puede realizar la inmunoprofilaxis la cual consiste en la vacunación de las ejemplares madres, las cuales a través de la leche materna brindan IgA, inmunoglobulina que les brindara protección a los gazapos (Carvalho, 2016).

#### 2.8.4. *Shigella*

La *Shigella* un género de bacterias en bastón de la familia Enterobacteriaceae, cuyas especies son habitantes normales del tracto intestinal, pueden causar disentería o shigelosis. Se caracteriza microbiológicamente como bacterias gramnegativas, no formadoras de esporas y no móviles. Se transmiten por alimentos y agua contaminados, causa la enfermedad más grave debido a su potente exotoxina, pero *S. sonnei* y *S. flexneri* también están implicados como agentes disentería (Britannica, 2017, párr. 1).

La Enterobacteria *Shigella* para producir la enfermedad, evade y se replica en las células que recubren el colon, existe unas proteínas de la bacteria que permiten la adhesión a las células del hospedador, para luego evadir, replicarse y diseminarse a los tejidos (Murray, Rosenthal, & Pfaller, 2014)

La *Shigella* no se une directamente a las células diferenciadas de la mucosa, sino se unen e invaden a las células M de las placas de Peyer. Esta bacteria posee un sistema de secreción tipo III en el cual existe cuatro proteínas (IpaA, IpaB, IpaC, IpaD), su función es ondular las membranas de las células diana para que las bacterias sean ingeridas. Estas bacterias lisan la vacuola fagocítica y se replican en el citoplasma del huésped. (Murray, Rosenthal, & Pfaller, 2014)

Las cepas de *S. dysenteriae* sintetiza una exotoxina la cual se la designa como toxina Shiga, esta toxina tiene actividad en el epitelio intestinal provocando daños severos, además puede hacer daño en las células endoteliales glomerulares (Murray, Rosenthal, & Pfaller, 2014)

#### 2.8.5. Diagnóstico microbiológico

Según Castro (2014), “en clínica, es indicación que en los casos de enfermedades infecciosas se practiquen estudios de laboratorio de microbiología o de biología molecular para identificar al agente etiológico”. (p. 540)

Para su identificación se utiliza medios de cultivo en donde existe crecimiento de las bacterias, en este se puede observar la existencia de ciertas enzimas las cuales al metabolizar los sustratos se da reacciones químicas lo que facilita la identificación de las bacterias (Castro, 2014).

El estudio de las enfermedades bacterianas en el laboratorio es importante ya que se puede identificar al agente causal y además se puede determinar la sensibilidad a los antimicrobianos a los diferentes tipos de bacterias (Quinn & Markey, 2003, p. 11).

#### 2.8.6. Medios de cultivo

Para los autores Gamazo, López-Goñi, & Diaz (2005), consideran que “Un medio de cultivo es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que crean las condiciones necesarias para el desarrollo del microorganismo”. (p. 7)

##### 2.8.6.1. Nutritivo Agar

El Agar nutritivo es un medio de cultivo no selectivo que nos ayuda en el aislamiento y recuento de la mayoría de bacterias, tiene pocos requerimientos nutricionales. Este medio nos ayude analizar muestras de alimentos, agua, y todos los materiales de interés sanitario (Britania, 2021).

El medio de cultivo está conformado por una fuente de nitrógeno; la pluripeptona y el extracto de carne, la cual también ayuda con ciertos requerimientos nutricionales para la bacteria. Tiene cloruro de sodio el cual facilita en el balance osmótico. La sangre ovina desfibrinada estéril proporciona un mejor desarrollo a las bacterias que requieren un mayor requerimiento nutricional y facilita una clara visión en la reacción de hemólisis (Britania, 2021).

##### 2.8.6.2. Sangre Agar Base

Es un medio que se usa para aislar varias bacterias. Tiene como suplemento la sangre ovina, el cual favorece el crecimiento de las bacterias que son de exigencia nutritiva, asimismo se puede visualizar las reacciones de hemólisis (Britanialab, 2021).

El medio de cultivo está compuesto por infusión de músculo de corazón y peptona, estos permiten el desarrollo de las bacterias. El balance osmótico está dado por el cloruro de sodio. La sangre ovina desfibrinada estéril forma un 5-10% el cual ayuda al crecimiento de bacterias de alta exigencia y nos permite observar la reacción de hemólisis (Britanialab, 2021).

#### 2.8.6.1. Caldo de Cerebro Corazón Infusión Agar

Según Condalab (2019), afirma que: es un medio de cultivo líquido que posee nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de varios microorganismos exigentes como: estreptococos, meningococos, neumococos, hongos y levaduras. Se utiliza en métodos estándar para análisis de agua y de susceptibilidad para las bacterias.

Está compuesta con infusiones de corazón y cerebro de ternera y además existe una mezcla de peptona, el cual favorece al desarrollo de los microorganismos. La fuente de energía de carbono es la dextrosa y el que mantiene el equilibrio osmótico es el cloruro de sodio (Condalab, 2019).

#### 2.8.6.2. MacConkey Agar

El Agar MacConkey se utiliza como un medio selectivo y diferencial, se usa con frecuencia en la familia de las enterobacterias ya que es muy eficaz en el crecimiento de bacterias gramnegativas. Está compuesto por sales biliares y cristal de violeta por lo que no favorece en el crecimiento de las bacterias grampositivas y hongos. En su composición contiene lactosa y rojo neutro el cual indica el pH. Los microorganismos que acidifican el medio su coloración es rosado, así mismo las que no fermentan lactosa son incoloras (Barrero, 2016).

#### 2.8.6.3. Agar EMB

Es un medio de cultivo que nos ayuda a determinar los microorganismos que fermentan lactosa y los que no fermentan. Inhiben el crecimiento de bacterias grampositivos por el contenido de eosina y azul de metileno (Maza & Clavijo, 2017).

Así también, para la autora Barrero (2016) menciona que el Agar EMB tiene apariencia con el Agar MacConkey, aunque la eosina y azul de metileno están como indicadores, en este medio se puede evidenciar la fermentación de lactosa. En el caso de la *E. Coli* tiene una característica de color oscuro con un brillo metálico verde.

En el agar EMB, la pepona forma parte de la fuente de nitrógeno. El fosfato dipotásico es el tampón. Las constituciones de los colorantes impiden el crecimiento de las bacterias grampositivos. Los colorantes como son la eosina y el azul de metileno se combinan con el pH ácido para dar el precipitado de metálico verde (Novachen, 2022).

#### 2.8.6.4. Salmonella Shigella Agar (SS)

El Agar SS es un medio de cultivo diferencial y parcialmente selectivo, permite el crecimiento de dos especies: *Salmonella* y *Shigella*, pero inhibe el crecimiento de otras enterobacterias como *E. Coli*, que se da por las sales biliares, citrato de sodio y el verde brillante, que además no permiten el crecimiento de bacterias grampositivos. La fuente de carbono es la lactosa, y como indicador el rojo neutro, por eso en el caso de las bacterias que fermentan lactosa se forma colonias rojas, mientras que, en las no fermentadoras, son transparentes, además tiene tiosulfato de sodio y sal ferrosa que es indicador de la producción de H<sub>2</sub>S (Lopardo, 2016).

## 2.8.7. Pruebas bioquímicas para enterobacterias

### 2.8.7.1. Triple Azúcar Hierro Agar

Según (Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire, 2013) menciona que “El agar TSI es esencialmente para la identificación de los serotipos de *Salmonella*, pero también es útil para la diferenciación de otros miembros de la Enterobacteriaceae” (Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire, 2013, p. 32).

Por otro lado, Lopardo (2016) considera que el medio TSI es un medio totalmente diferencial, se usa en análisis de microorganismos gramnegativos que se obtienen de muestras clínicas o muestras de interés médico.

Del mismo modo, Lopardo (2016) indica; que el medio TSI está formado por tres azúcares, sales de hierro, tiosulfato de sodio y rojo de fenol (indicador de pH). Se prepara en tubos de ensayo totalmente estériles en posición de pico de flauta, para luego sembrar a partir de un medio de cultivo puro. La siembra se realiza en punción, en el fondo y de forma estriada, para proseguir a llevar a incubación durante 18-24h y luego proceder a la respectiva lectura.

### 2.8.7.2. Medio Rojo de Metileno

Se evalúa el comportamiento de las bacterias de modificar o cambiar los productos terminales ácidos de la fermentación de la glucosa o evadir el sistema de amortiguación. Se determina la producción de ácido, por lo que es una prueba cualitativa por la capacidad que algunas bacterias producen más ácidos que otras (Lopardo, 2016)

### 2.8.7.3. Agar Lisina-Hierro.

Según Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire (2013) mencionan que: “El agar lisina-hierro es un medio solido dispensado en tubos, para la detección de la descarboxilación de lisina y la producción de sulfuro de hidrógeno” (Markey, Leonard, Archambault, Cullinane, & Maguire, 2013, p. 261).

Como plantea Britanialab (2021) la Agar Lisina-Hierro que: el extracto de levadura y la peptona son los medios nutritivos del medio. Lisina detecta la presencia de enzimas como son la decarboxilasa y deaminasa. La fuente de carbono fermentable está dada por la glucosa. Para determinar la producción de ácido sulfhídrico se utiliza el citrato de hierro, amonio y tiosulfato de sodio, finalmente el pH se da por la purpura de bromocresol

Cuando las bacterias fermentan la glucosa estas acidifican el medio y ocasionan el cambio de color purpura hacia un color amarillo. Cuando el medio es ácido se da una actividad enzimática decarboxilasa y se metaboliza la lisina a cadaverina, por consiguiente, el pH se eleva, dando un color purpura o violeta (Britanialab, 2021)

### 2.8.7.5. Ureasa

Según Britanilab (2021), afirma que: la Ureasa se utiliza para identificar microorganismos que tienen actividad ureásica, se puede determinar *Proteus spp*, enterobacterias, estafilococos ente otras, por la capacidad de hidrolizar la urea.

Este mismo autor, Britanilab ( 2021) nos afirma que: es un medio solidificante. Para el desarrollo de las bacterias está la tripteína y la glucosa. El balance osmótico se da por el cloruro de sodio, y el pH está dado por el rojo de fenol.



#### 2.8.7.6. Medio MIO

Se utiliza para la diferenciación de la familia de Enterobacterias por medio de la motilidad, producción de indol y la actividad de ornitina descarboxilasa. Como fuente de nitrógeno está la peptona de gelatina y para el crecimiento están los minerales y vitaminas esenciales. El carbohidrato que brinda carbono y energía es la dextrosa (Condalab, 2019).

#### 2.8.7.7. Reactivo de Kovacs

Empleando las palabras de Expósito, Bott, Drullet, Betancourt, & Sánchez (2010), este nos indica si hay producción de indol, el cual se forma por la degradación metabólica del triptófano. Se utiliza en la diferenciación de *E. coli*, *Enterobacter* y *Klebsiella*.

#### 2.8.7.8. Agar SIM

Para Vélez (2015) denomina al agar SIM como un medio para determinar la movilidad, la producción de indol y si la bacteria es capaz de producir sulfuro de hidrógeno. Se utiliza para la identificación del grupo Enterobacteriaceae.

El nutriente del medio está dado por la tripteína y la peptona el cual ayuda en el desarrollo microbiano. Es un Agar solidificante, semisólido, por el cual permite presenciar la movilidad por el crecimiento fuera de la línea de siembra de la bacteria (Vélez, 2015).

#### 2.8.7.9. Simmons Citrato Agar

“Este medio indica la capacidad de las bacterias de metabolizar el citrato. Citrato como fuente de carbono, fosfato de amonio como única fuente de fosfato y azul de bromotimol como indicador de pH” (Gamazo, López-Goñi, & Diaz, 2005, p. 49).

#### 2.8.8. La prueba del citocromo c oxidasa

“Detecta la presencia de citocromo c en la bacteria. Esta prueba permite, por ejemplo, diferenciar a la familia *Enterobacteriaceae* (que carece de citocromo) del género *Pseudomonas* (que posee citocromo c)”. (Gamazo, López-Goñi, & Diaz, 2005, p. 49)

#### 2.8.9. Tinción de Gram

La tinción de Gram es utilizada de forma rutinaria, las bacterias Gram positivas se tiñen de color azul por el cristal de violeta, el cual se adhiere por la pared celular, mientras que las Gram negativas no van a retener el cristal de violeta, estas se tiñen de color rojo (Quinn & Markey, 2003).

#### 2.9. Resumen del arte del estado del problema.

La investigación realizada por Benavides (2018) en Huachi Grande se obtuvieron los siguientes resultados: Se analizaron 119 muestras a partir de un pool de hígado y pulmón, el aislamiento se realizó mediante siembra en agar MacConkey y como resultado se obtuvieron 46 muestras positivas a enterobacterias y los microorganismos tipificados mediante el sistema microgen GNA de las muestras fue la *E. coli* 41% *Salmonella typhimurium* 20 %, *Klebsiella pneumoniae* 15%, *Salmonella spp* 11%, *Klebsiella ozaenae* 9%, *Klebsiella oxytoca* 4%. (p. 7)

Por otro lado, Garcés (2015) en su investigación titulada “Incidencia de Enterobacterias en cuyes del Caserío Acapulco en el Cantón Mocha” menciona lo siguiente: Se realizó el aislamiento a partir de órganos de necropsia (hígado y pulmón), con el fin de aislar bacterias Gram negativas se empleó medios de cultivo diferenciales (Agar Mac Conkey, Agar Salmonella Shigella) para luego ser analizadas con la técnica de coloración Tinción de Gram, tipificando los siguientes géneros y especies: *Yersinia sp* 10%, *Echerichia coli* 12%, *Shigella flexneri* 8% y *Salmonella typhimurium* 6%. (p. 14)

Así también, según Guamán (2014) en su tesis de pregrado, titulada “Determinación del Género y Especie de Salmonella en Cuyes Mestizos en Diferentes Sistemas de Crianza en la Comunidad de Oñacapac del Cantón Saraguro” menciona que: Para esta investigación se utilizó muestras de sangre obtenidas por decapitación, la identificación se realizó mediante la tinción Gram, y posteriormente se cultivaron en medio de cultivos diferenciales (Agar EMB, Agar SS, Agar Nutritivo) para luego proceder a realizar pruebas bioquímicas (Indol, Rojo de metileno, Voges Proskaur y Citrato) pruebas que corroboran la presencia de *Salmonella tiphymurium*. La prevalencia de la bacteria en el sistema familiar es del 3%, en el sistema comercial con un 34% y observando con menor incidencia en el sistema de crianza tecnificado con un 31%. (pp. 7-8)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales físicos

Tabla 2 *Materiales físicos de oficina*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Laptop	unidad	1
Impresora	Unidad	1
Cámara digital	Unidad	1
Marcador permanente	Unidad	1
Hojas de papel bond	Unidad	1

Tabla 3 *Materiales físicos de laboratorio*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Cajas petri	Unidad	140
Espátula	Unidad	1
Algodón	Funda	1
Cinta masking	Unidad	1
Probeta 500 ml	Unidad	2
Vaso de precipitación 500ml	Unidad	2
Matraz Erlenmeyer 1000ml	Unidad	2
Matraz 250ml	Unidad	2
Mechero de bunsen	Unidad	1
Varilla de vidrio	Unidad	2
Funda ziploc	Unidad	20
Cinta parafilm	Unidad	1
Porta objetos	Caja	3
Bandejas de aluminio	Unidad	2
Mandil	Unidad	1
Guantes estériles	Caja	1
Encendedor	Unidad	1

Tabla 4 *Equipos de laboratorio*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Autoclave	Unidad	1
Balanza digital	Unidad	1
Cabina de bioseguridad tipo II	Unidad	1
Refrigeradora	Unidad	1
Incubadora	Unidad	1
Cocina eléctrica	Unidad	1

## 3.2. Materiales Químicos

Tabla 5 *Medios y reactivos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Hisopos con medio Stuart	Unidad	140
MacConkey Agar “TM MEDIA” ®	Unidad	1
Nutrient Agar “TM MEDIA” ®	Unidad	1
SS Agar “TM MEDIA” ®	Unidad	1
EMB Agar “TM MEDIA” ®	Unidad	1
Yersinia Selective Agar Base “OXOID”	Unidad	1
Kit de tinción de Gram	Unidad	1
Aceite de inmersión	Unidad	1
Tiras de Oxidasa	Unidad	140

### 3.3. Materiales Biológicos

Tabla 6 *Materiales Biológicos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Muestra de heces de cobayos	Unidad	140
Estudiante	Unidad	1

### 3.4. Métodos

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, dado por el número de muestras tomadas de las áreas territoriales seleccionadas para evaluar la prevalencia de Enterobacterias mediante pruebas microbiológicas de laboratorio.

El tipo de investigación es de carácter descriptivo, ya que trata de determinar el tipo de Enterobacterias se encuentra en la zona establecida. Se considera descriptivo cuando no busca evaluar una presunta relación causa-efecto, sino que sus datos son utilizados con finalidades puramente descriptivas (Argimon & Jimenez, 2013).

El estudio de la investigación tuvo dos fases: toma de datos de campo y el análisis de las muestras de heces en el laboratorio de microbiología.

### 3.5. Diseño estadístico

En la presente investigación se centra en un estudio descriptivo exploratorio y para el análisis de asociación entre variables se emplea las pruebas de comparación de proporciones y graficación, para ello se utilizó el programa de Microsoft Excel 2016 para ordenar y tabular los datos obtenidos en el laboratorio de microbiología.

### 3.6. Población y muestra

#### 3.6.1. Población

La población fue de 20 granjas de cobayos, en donde se tomó siete muestras mediante hisopados rectales de cada granja, teniendo un total de 140 muestras, se realizó de forma aleatoria.

#### 3.6.2. Selección y tamaño de muestra

Para calcular el tamaño de muestra se utilizó la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Considerar:

n= El tamaño de la muestra buscado

Z= Nivel de confianza al 95%= 1.96

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado.

q= (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

d= (5%=0.05) error estimado

Sustitución de la fórmula:  $n = \frac{1.96^2 * (0.10) * (1-0.10)}{0.05^2} = 139 = 140$

La probabilidad que ocurra el evento es de 10% en base a investigaciones similares que se han realizado.

De acuerdo a la formula, el número de muestras a recolectar es de 139, para ajustar a un número divisible de muestras que son siete por granja se realizará con 140 muestras.

### 3.6.3. Obtención de la muestra

Una vez seleccionadas las granjas, se procedió a la toma de muestras con el uso de hisopos estériles Stuart, se introdujo en el recto girándolo con precaución hasta tomar la muestra necesaria, luego el hisopo se sumergió en el medio de transporte Stuart, las muestras se mantuvieron a temperatura de 2°C a 8°C hasta ser llevados al laboratorio de microbiología. Se rotuló el medio de transporte con el número de granja, fecha y cuy que correspondían.

Para recolección de muestra Torres & Tirira (2017) indica que recolectaron muestras mediante hisopados rectales a los cobayos, usaron hisopos (ACUMEDIA®) completamente estériles que son usados para el transporte adecuado de la muestra para realizar el respectivo análisis en el laboratorio de Microbiología.

### 3.6.4. Procedimiento para realizar el cultivo

Para sembrar las muestras se necesitó previamente tener los medios de cultivos preparados con los siguientes pasos:

1. Pesar el medio de cultivo selectivo para una determinada cantidad de agua destilada, según el número de cajas petri que se necesitaría.
2. El medio se colocó en un matraz Erlenmeyer
3. Se agregó la cantidad exacta de agua destilada en el matraz Erlenmeyer, el agua destilada se debe medir en una probeta
4. Se calentó en una cocina eléctrica y con una varilla se movió hasta que el medio se homogenice.
5. Se colocó en una autoclave a 120°C por 15 minutos
6. Se procedió a sacar el matraz Erlenmeyer de la autoclave para llevar a la cabina de bioseguridad tipo II para plaquear en las cajas petri, las cuales deben estar esterilizadas.



El procedimiento se realizó en una cabina de bioseguridad tipo II previamente esterilizada, se extrajo los hisopos del medio de transporte Cary Blair, para sembrar en forma estriada en agar MacConkey, se procedió a sellar y rotular con en número de muestras y su fecha correspondiente para evitar confusiones entre granjas y cobayos. Se colocó en una incubadora a 37°C y se procedió a esperar 24 horas para el crecimiento adecuado de las bacterias.

Luego de haber esperado las 24 horas para el crecimiento en el medio selectivo, se procedió a revisar las cajas petri, para luego tomar las colonias y sembrar en los medios diferenciales, para *Shigella* y *Salmonella* se usó el Agar SS, para *E. Coli* el Agar EMB, para *Yersinia* se utilizó el Agar Yersinia Selective base.

#### 3.6.5. Prueba de oxidasa

Para la verificación de la presencia de un cultivo de bacterias gram negativas se procedió a la realización de la prueba de oxidasa tomando en consideración que las bacterias gram negativas son oxidasas positivas, la cual consiste en la reacción del sistema citocromooxidasa. Se tomó una muestra del medio de cultivo Agar MacConkey con un asa bacteriológica previamente esterilizada, luego se colocó en la cinta. Si la cinta cambia de color a rosado o violeta el resultado es positivo, por el otro lado de no haber ningún cambio de color el resultado es negativo.

#### 3.6.6. Procedimiento para realizar citología

Una vez que la prueba de oxidasa resultó positiva se realizó la tinción de Gram, según González, Elizalde, Cortés, & Orduña (2020) esta tinción divide a los microorganismos en dos grupos, Gram positivos y Gram negativos según retenga o no el cristal de violeta utilizado en la tinción.

Se procedió a tomar una muestra del medio de cultivo con un asa bacteriológica de la caja petri previamente esterilizada, con el mechero de bunsen en frente para prevenir contaminación. Se colocó en los portaobjetos en forma de un barrido, luego se esterilizó el asa para evitar contaminación, por consiguiente, se agregó las soluciones, primero se añadió cristal de violeta encima de la muestra por un minuto para luego enjuagar, se agregó lugol se esperó un minuto para volver a enjuagar posteriormente se añadió alcohol cetona, finalmente se espera un minuto para agregar la safranina, se lava los residuos y se espera que se seque al ambiente.

Una vez secado la muestra se procede a observar en el microscopio con el objetivo de 100x, anteriormente se coloca una gota de aceite de inmersión. Las enterobacterias al ser Gram negativas se observaron de color rojo-rosa.

### 3.7.Operalización de Variables

Tabla 7 *Variable independiente Muestras de hisopados rectales en cuyes*

Concepto	Categorías	Indicadores	Variables
Muestras de hisopados rectales en cuyes.	Biológico	Prevalencia o ausencia de enterobacterias.	-Cuantitativo

Tabla 8 *Variable dependiente: cultivo*

Concepto	Categorías	Indicadores	variables
Cultivo	Biológico	Animales afectados	Cualitativo

### 3.8. Consideraciones éticas

Existen autores que resaltan que el bienestar de los animales en los sistemas de producción deber ser considerado con el objetivo de asegurar un adecuado estado nutricional, clínico, sanitario y comportamental de los animales. Cuando estos aspectos se cumplen, se pueden llegar a maximizarse la producción y, por ese motivo, resulta indispensable mantener un equilibrio entre el bienestar y la productividad (Mota, Velarde, Huertas, & Cajiao, 2016, pág. 181)

Para la recolección de muestras se tomó en consideración lo que menciona (Mota, Velarde, Huertas, & Cajiao, 2016): “

- Nutrición Adecuada
- Sanidad Adecuada
- Ausencia de incomodidad física y térmica
- Ausencia de miedo, dolor y estrés
- Capacidad para mostrar la conducta normal de una especie” (p.194).

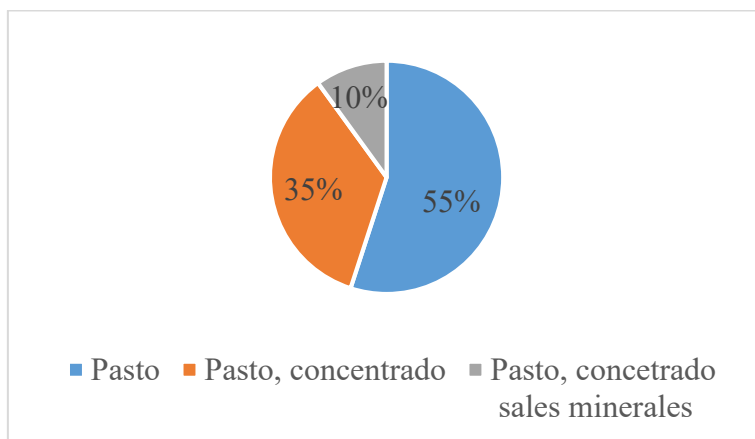
#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Graficación de la encuesta realizada a los productores para identificar algunos datos epidemiológicos de la zona.

1. Cuál es el tipo de alimentación que brinda a sus cobayos

Tipo de alimentación	
Pasto	11
Pasto, concentrado	7
Pasto, concentrado, sales minerales	2

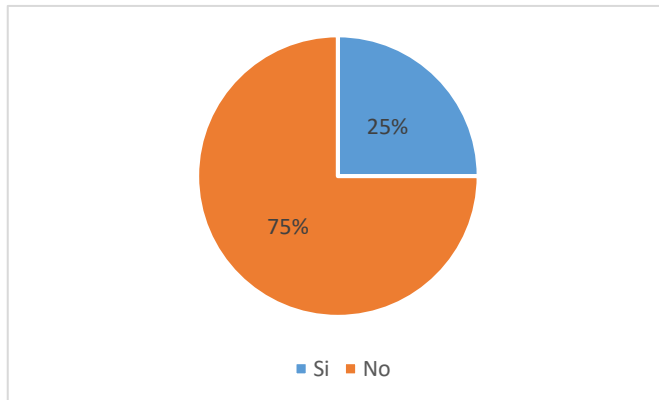
Figura 2. *Manifestación del tipo de alimentación que reciben sus cobayos*



## 2. Ha tenido capacitación de un Médico Veterinario

Capacitación de un Médico Veterinario	
Si	5
No	15

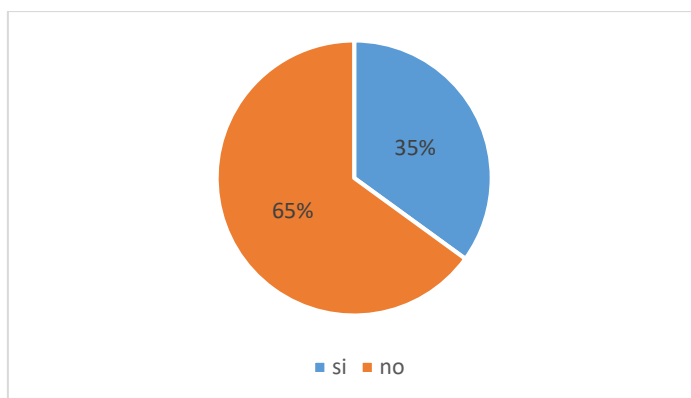
Figura 3. Porcentaje si los productores tienen capacitación de un Médico Veterinario o de un técnico.



## 3. Aplica normas de Bioseguridad en el galpón

Aplica normas de bioseguridad	
Si	7
No	13

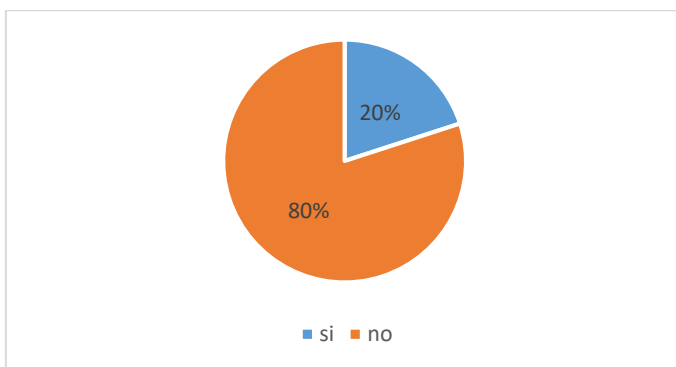
Figura 4. Porcentaje de aplicación o no de bioseguridad en los galpónes



4. Aplica cuarentena a los cobayos que van ingresar a la granja.

Aplica cuarentena en los cobayos	
Si	4
No	16

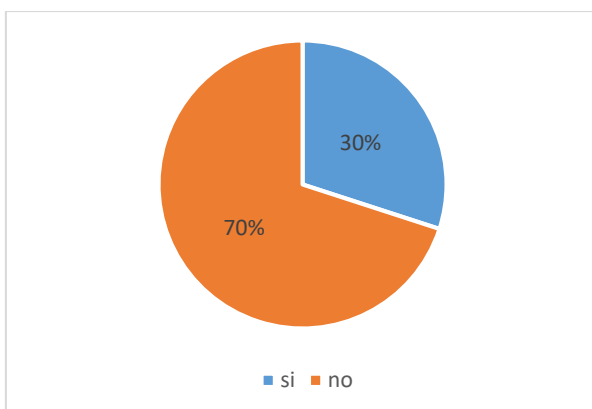
Figura 5. Porcentaje de si los productores aplican cuarentena a los cobayos nuevos que van ingresar a la granja



5. Realiza desinfección del galpón luego de la limpieza

Realiza desinfección del galpón luego de su limpieza	
Si	6
No	14

Figura 6. Porcentaje de si los productores desinfectan el galpón luego de su limpieza



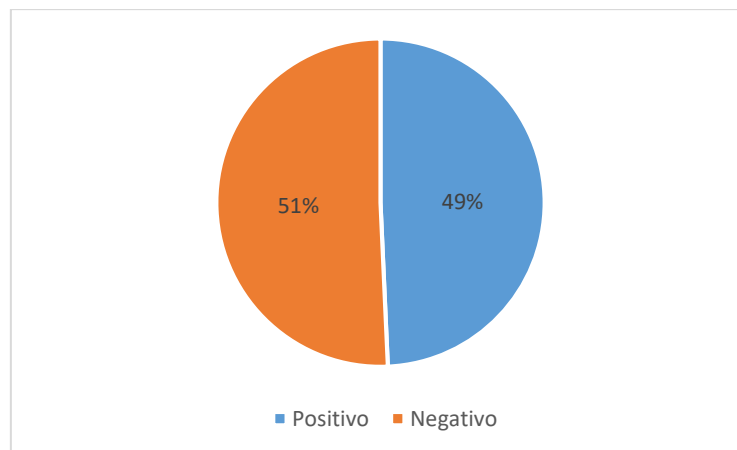
#### 4.2. Prevalencia total de enterobacterias

La investigación realizada en las 20 granjas de cobayos de la parroquia de Cumbe, donde se analizaron 140 muestras de heces de cobayos, se encontró un total de 69 muestras positivas a enterobacterias, obteniendo una prevalencia de 49,29%, mientras que las 71 muestras fueron negativas para Enterobacterias las cuales representan un 50,71%, estos resultados podemos apreciar en la tabla 9.

Tabla 9 *Prevalencia de enterobacterias en cobayos en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico*

Resultados	Frecuencia	Prevalencia
Negativo	71	50,71 %
Positivo	69	49,29%
Total	140	100%

Figura 7. *Resultado general de la prevalencia Enterobacterias en cobayos*



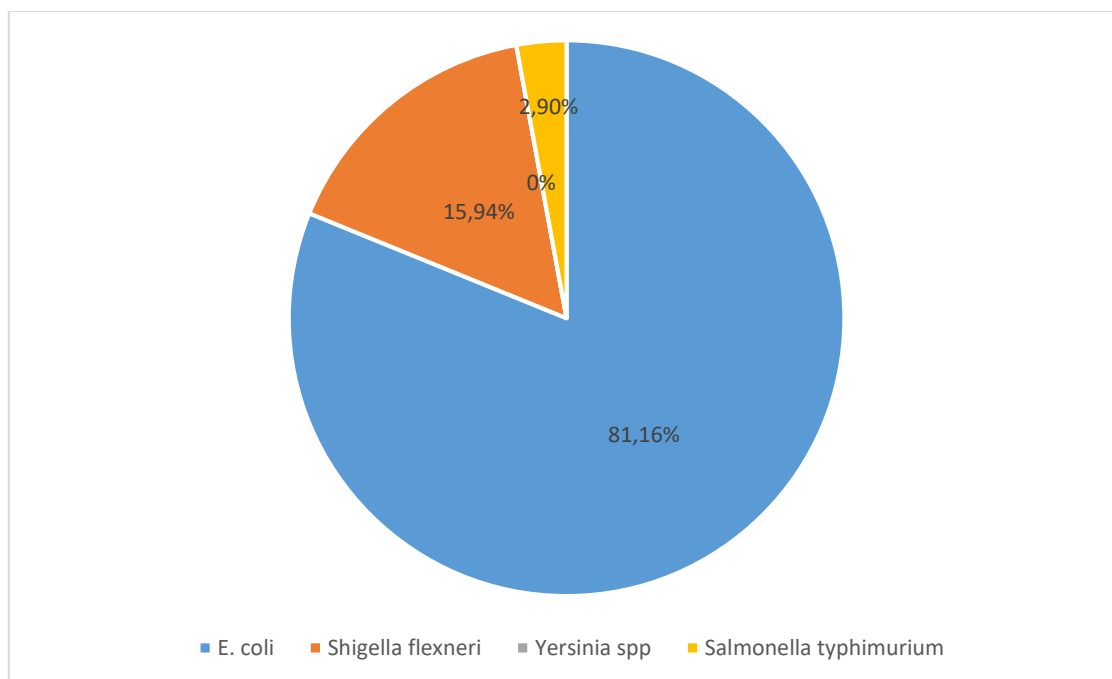
#### 4.3. Prevalencia de cada Enterobacteria

En la tabla 10 podemos apreciar los resultados de cada Enterobacteria encontrada en las heces de cobayos recogidas mediante hisopados rectales en la parroquia de Cumbe, la prevalencia encontrada para *E. Coli* es de 81,16%, *Shigella flexneri* de 15,94%, *Yersinia spp* de 0% y finalmente para *Salmonella typhimurium* de 2.82%.

Tabla 10 *Prevalencia de enterobacterias en cobayos en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico*

Enterobacterias	Frecuencia	Prevalencia
<i>E. coli</i>	56	81,16 %
<i>Shigella flexneri</i>	11	15,94%
<i>Yersinia spp</i>	0	0%
<i>Salmonella typhimurium</i>	2	2,90%
Total	69	100%

Figura 8. *Resultado de la prevalencia para cada Enterobacteria.*





## 4.2. Discusión

Investigaciones llevadas a cabo por Garcés (2015) determinó la incidencia de enterobacterias; los resultados fueron: *Yersinia sp* 10%, *Escherichia coli* 12%, y *Salmonella Typhimurium* 6%. Lo relevante de esta estudio es que en la encuesta epidemiológica realizada sobre la visita técnica de un profesional es nula, lo que significa que no hay un manejo técnico en los cobayos; así mismo en la desinfecciones de las instalaciones se obtiene un 43% de productores que no realizan esta actividad, lo cual no existe esterilización de estos galpones. Por otra parte Torres & Tirira (2017) encontró las siguientes porcentajes, para *Yerinia pseudotuberculosis* 4.24%, para *Salmonella thyphymorium* 15.15% y *Escherichia coli* 18,78%, en este caso las tres bacterias identificadas son objetivo de nuestra investigación, estos resultados no coinciden con los datos obtenidos de la presente investigación, su incidencia es menor; se da el caso que Cumbe es una zona de tradiciones y costumbres, en épocas de fiestas en donde subastan animales entre ellos cobayos, estos no son sometidos a una cuarentena lo cual conlleva a diseminar las bacterias. Por consiguiente Guamán (2014) determinó una plevancia de 34% de *Salmonella tiphymurium* en el sistema comercial y su prevalencia es mayor a la obtenida en nuestra investigación, en la que se realizó análisis microbiológico a partir de muestras de sangre, siendo mas eficiente su identificación.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Luego de haber organizado, graficado y analizado los resultados obtenidos se puede abordar las siguientes conclusiones:

El 11% de los productores alimentan a sus cobayos a base de pasto, mientras que solo el 2% le agrega a su alimentación concentrado y sales minerales.

El 80% de las personas no aplican medidas de bioseguridad, así mismo el 70% no desinfectan sus galpones, lo que indica la alta morbilidad.

Luego de haber utilizado la técnica de siembra por agotamiento, se determinó la presencia de enterobacterias por su crecimiento y verificación mediante la tinción de Gram.

Se pudo determinar la prevalencia de Enterobacterias mediante hisopados rectales en cobayos en las granjas de la parroquia Cumbe bajo el sistema familiar-comercial.

La Enterobacteria con mayor prevalencia es *la E. coli* con el 81,16% seguida de *Shigella flexneri* con 15,94%, *Salmonella typhimurium* con el 2.82%, y *Yersinia spp* con 0.00%.

Los medios selectivos utilizados para enterobacterias nos permiten identificar el crecimiento de colonias, las cuales poseen características específicas para cada bacteria, por ejemplo, la *E. Coli* en Agar EMB tiene una colonia con apariencia negra con brillo verde metalizado.

Las pruebas bioquímicas que permitieron la identificación y caracterización fue: TSI, SIM, MIO, Citrato de Simmons, Reactivo de Kovacs.

## 5.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones sobre la prevalencia de enterobacterias bajo el sistema de crianza tecnificada.

Se recomienda usar las tiras oxidasa para determinar si las bacterias son Gram negativas, así se evita sembrar en medio diferenciales al ser Gram positivos.

Realizar análisis específicos como: reacción en cadena de la polimerasa (PCR) que ayudan a un mayor nivel de sensibilidad y especificidad.

De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas a los productores se recomienda mejorar e implementar normas de bioseguridad de sus galpones, específicamente con la desinfección y la aplicación de cuarentena a sus cobayos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2021). *Ministerio del Encuentro*. Obtenido de Misión / Visión de Agrocalidad: <https://www.agrocalidad.gob.ec/mision-vision/#>
- Argimon, J., & Jimenez, J. (2013). *Metodos de investigación Clínica y Epidemiológica*. Barcelona: Elseiver.
- Ataucusi, S. (2015). Manejo Técnico de la Crianza de Cuyes en la Sierra del Perú. (*N° 2015-15603*), *Primera Edición*, 16 - 17. (C. d. Perú, Ed.) Lima, Perú: PRA Buenaventura. Obtenido de <http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/MANUAL%20CUY%20PDF.pdf>
- Barrero, L. (2016). *Microbiología clínica*. Madrid: SINTESIS, S. A.
- Barreto, M., Castillo, M., & Retamal, P. (2016). Salmonella entérica: una rervisión de la trilogía agente, hospedero y ambiente, y si trascendencia en Chile. *Sochinf*, 547. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v33n5/art10.pdf>
- Bellorín, I., Urbina, G., González, F., Salinas, B., Tomat, M., & González, R. (2008). Serotipos y resistencia antimicrobiana de cepas de *Shigella flexneri* aisladas de niños con diarrea aguda. Relación entre el serotipo y la severidad del episodio. *Scielo*.
- Benavides, R. (2018). Caracterización de Enterobacterias en *Cavia Porcellus* en Huachi Grande. (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua.
- Britania. (26 de 01 de 2021). Nutritivo Agar. *Britanialab.com*. Obtenido de Britanialab.com: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_60707641dee11.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60707641dee11.pdf)
- Britania, L. (marzo de 2021). Sangre Agar Base. *Britanialab.com*. Obtenido de Sangre Agar Base: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_6070906bed89d.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6070906bed89d.pdf)
- Britanialab. (2021). Lisina Hierro Agar. Obtenido de [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_6054e85d48c47.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6054e85d48c47.pdf)
- Britanilab. (2021). Christensen Medio (Urea Agar Base). Obtenido de [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_6054e95043249.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6054e95043249.pdf)
- Britannica, T. E. (2 de November de 2017). *Shigella*. Encyclopedia Britannica. Obtenido de <https://www.britannica.com/science/Shigella>
- Campesinos, F. H. (2013). *Conejos y cuyes. Guía práctica*. Bogotá: Grenia.

- Carvalho, A. (2016). Colibacilosis en gazapos lactentes. *Cunicultura*. Obtenido de <https://cunicultura.info/colibacilosis-en-gazapos-lactantes/>
- Castro, A. (2014). *Bacteriología médica basada en problemas*. México: Manual Moderno.
- Condalab. (2019). Caldo Infusión Cerebro Corazón (BHI). 1.
- Condalab. (13 de mayo de 2019). *Condalab*. Obtenido de Condalab: [file:///C:/Users/USER/Downloads/1510\\_es\\_1.pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/1510_es_1.pdf)
- Expósito, L., Bott, A., Drullet, M., Betancourt, Y., & Sánchez, M. (2010). Evaluación de Reactivo de Kovac Modificado. *Redalyc*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551757305006>
- Gamazo, C., López-Goñi, I., & Diaz, R. (2005). *Manual práctico de MICROBIOLOGÍA*. Barcelona - España: MASSON, S.A.-
- Garcés, R. (2015). Incidencia de enterobacterias en cuyes del caserío Acapulco en el cantón Mocha. (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos.
- González, R., Elizalde, B., Cortés, M., & Orduña, M. (2020). *Las tinciones básicas en el Laboratorio de Microbiología: Un enfoque gráfico*. México: UNAM.
- Google. (2021). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/Cumbe/@-3.0904637,-79.0474041,12523m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91cce0843505282d:0x69e75bfe1bae9bc6!8m2!3d-3.0902132!4d-79.0079949!5m1!1e4?hl=es>
- Guamán, M. (2014). Determinación del género y especie de Salmonella en cuyes mestizos en diferentes sistemas de crianza en la comunidad de Oñacapac del cantón Saraguro. (*Tesis de pregrado*). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca.
- Huamán, M., Killerby, M., & Chauca, L. (Abril de 2019). Manual de Bioseguridad y Sanidad en cuyes. (N° 2019-05381), *Primera Edición*, 7. (I. N. Agraria-INIA, Ed.) Lima, Perú: Vayu Advertising & Communications S.A.C. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/340635320\\_MANUAL\\_DE\\_BIOSEGURIDAD\\_Y\\_SANIDAD\\_EN\\_CUYES](https://www.researchgate.net/publication/340635320_MANUAL_DE_BIOSEGURIDAD_Y_SANIDAD_EN_CUYES)
- Jaramillo, H., Patiño, R., & Rodríguez, J. (2008). Detección de Yersinia pseudotuberculosis en heces de cuyes (Cavia porcellus) utilizando una metodología microbiológica y una molecular. *Redalyc*, 62-71.
- Jenkins, C., Rentennar, R., Landraud, L., & Brisse, S. (2017). Infectious Diseases. En *Infectious Diseases (Fourth Edition)* (pág. 1565). Elsevier. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780702062858001805>
- Lopardo, H. (2016). *Introducción a la microbiología clínica*. Argentina: Edulp.
- Markey, B., Leonard, F., Archambault, M., Cullinane, A., & Maguire, D. (2013). *CLINICAL VETERINARY MICROBIOLOGY* (Second ed.). China: Elsevier.

- Maza, C., & Clavijo, M. (2017). Detección de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* productoras de carbapenemasas aisladas de muestras de orina de pacientes con infección del tracto urinario del Hospital Vicente Corral Moscoso. *Tesis de pregrado*. Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Químicas Carrera de Bioquímica y Farmacia, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26828/1/Tesis.pdf>
- Ministerio, d. e. (2021). *Misión / Visión de Agrocalidad (sitio web)*. Recuperado el 07 de 12 de 2021, de <https://www.agrocalidad.gob.ec/mision-vision/>
- Mota, D., Velarde, A., Huertas, S., & Cajiao, M. (2016). *Bienestar animal: una visión global: una visión global en Iberoamérica*. Barcelona: Elsevier.
- Murray, P., Rosenthal, K., & Pfaller, M. (2014). *Microbiología médica*. España: Elsevier.
- Musser, G. (28 de May de 2021). *Conejillo de Indias*. Obtenido de Enciclopedia Británica: <https://www.britannica.com/animal/guinea-pig>
- Musser, G. (28 de May de 2021). Guinea pig. Encyclopedía Británica.
- Novachen. (2022). *NOVACHEM DEL ECUADOR*. Obtenido de NOVACHEM DEL ECUADOR: <https://www.novachem.com.ec/producto/agar-emb/>
- Quesenberry, K., & Thomas, D. (2019). *Disorders and Diseases of Guinea Pigs*. Obtenido de Manual de Merck: <https://www.merckvetmanual.com/all-other-pets/guinea-pigs/disorders-and-diseases-of-guinea-pigs>
- Quinn, J., & Markey, B. (2003). *Elementos de la microbiología veterinaria*. Zaragoza: Acribia, S.A.
- Rico, E., & Rivas, C. (Enero de 2003). *Manual sobre el manejo de cuyes*. UT, EE.UU: Benson Agriculture and Food Institute Provo. Obtenido de <https://docplayer.es/4237144-Manual-sobre-el-manejo-de-cuyes.html>
- Rojas, M. (2010). *Manejo de Enfermedades en el ganado de carne y leche* (Primera Edición ed.). (R. d. Chacón, Ed.) Bogotá, Colombia: Espacio.
- Salazar, O. (28 de Noviembre de 2007). Proyecto de desarrollo comunitario de cuniburo cangahua a través de la IAP, para la producción del cuy. (*Tesis de pregrado*). Universidad Politécnica Salesiana, Quito. Recuperado el 02 de Diciembre de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7802/1/UPS-ST000658.pdf>
- Torres , S., & Tirira, M. (2017). “INCIDENCIA DE ENTEROBACTERIAS PATÓGENAS EN CUYES ( *Cavia porcellus*) DE LAS PARROQUIAS NATABUELA Y CHALTURA. (*Tesis de pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ibarra.
- Vélez, J. C. (2015). AGAR SIM. *Medibac*, 1.
- Vivas, J. (2009). *Especies alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia Porcellus)*. Managua, Nicaragua : Universidad Nacional Agraria . Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2472/1/RENLO1V856.pdf>

## 7. ANEXOS



Foto 1. Prueba de tira de oxidasa



Foto 2. Realización de Tinción de Gram

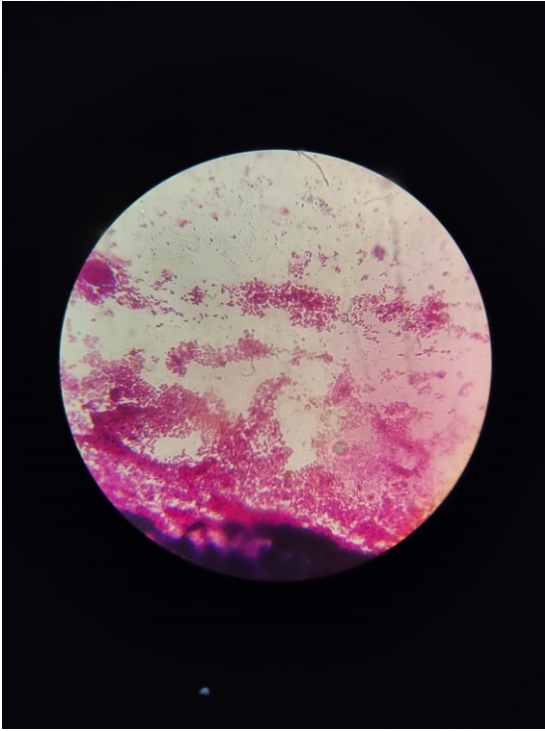


Foto 3. Vista de la tinción de Gram



Foto 4. Observación en el microscopio





Foto 5. Siembra de bacterias en Agar MacConkey

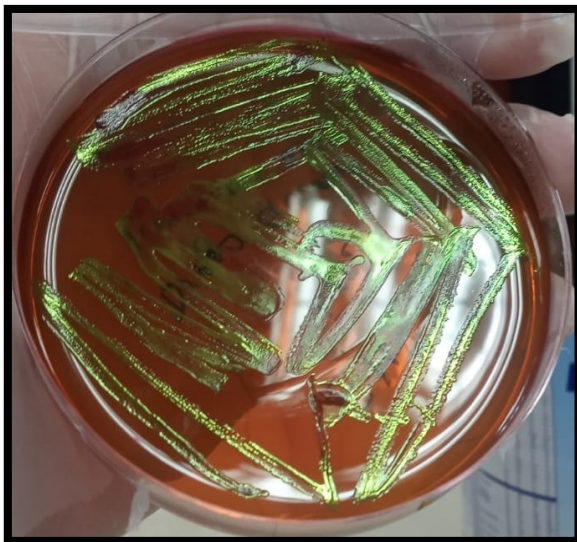


Foto 6 . Crecimiento de *E. Coli* en Agar EMB

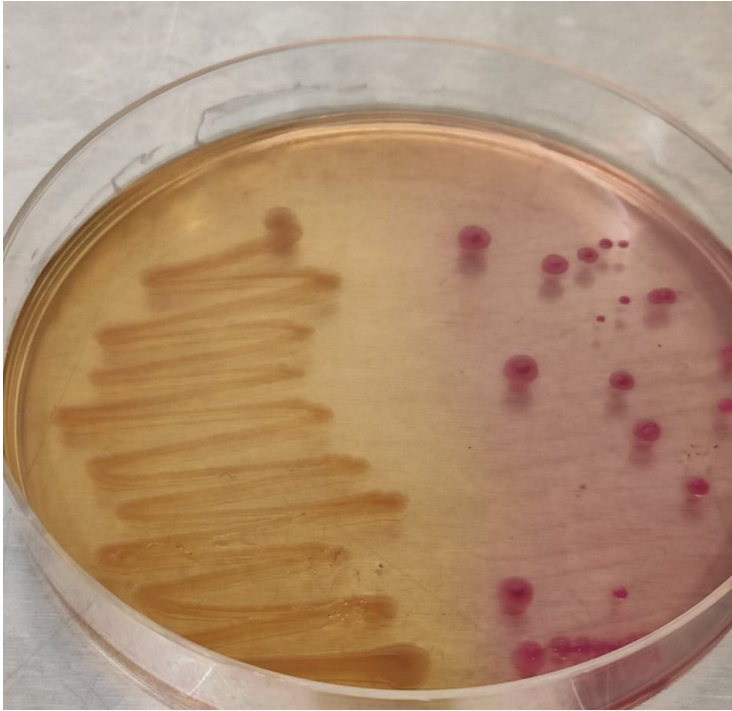


Foto 7 Crecimiento de bacterias en Agar SS

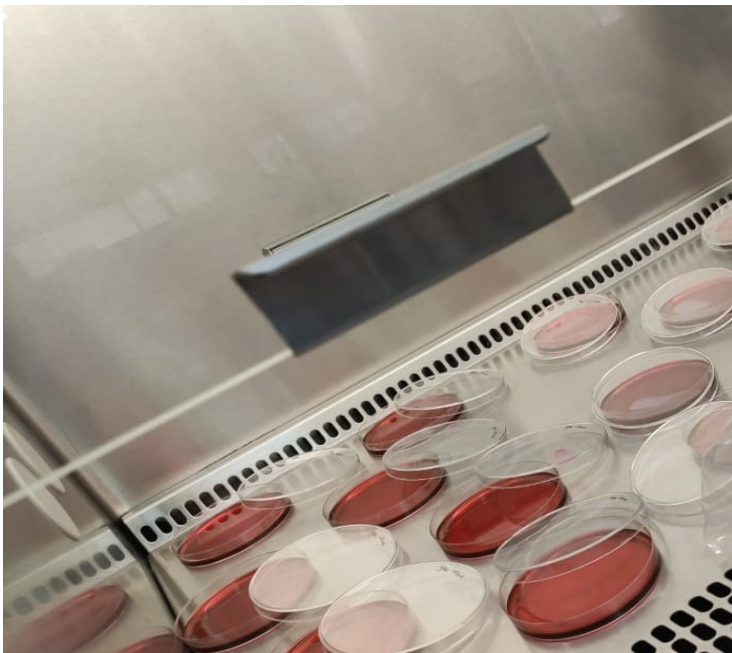


Foto 8 Preparación de Medios diferenciales



Foto 9 Prueba bioquímica TSI positiva a *Shigella flexneri*



Foto 10 Prueba bioquímica TSI positiva a *E. coli*.



Foto 11 Lectura de pruebas bioquímicas diferenciales

**Universidad Politécnica Salesiana**



**Estudiante:** Juan Diego Guzmán

**Tutor:** Dra. Mónica Espadero

**Sede:** Cuenca

**Tema:** “Prevalencia de enterobacterias en cobayos (*cavia porcellus*) en el sistema de producción familiar-comercial mediante diagnóstico microbiológico”

**Ficha de envío de muestras al laboratorio de Microbiología**

Número de muestra:		
Fecha:		
Datos del propietario		
Nombre propietario:		
Sector:		
Teléfono:	Cédula:	
Datos del paciente		
Especie:	Sexo:	
Datos de Relevancia		
Cuál es el tipo de tipo de alimentación que brinda a sus cobayos	Pasto	
	Pasto, concentrado.	
	Pasto, concentrado, sales minerales.	
Ha tenido capacitación de un Médico Veterinario	Si ( )	No ( )
Aplica normas de bioseguridad en el galpón	Si ( )	No ( )
Aplica cuarentena en los cobayos que van ingresar a la granja.	Si ( )	No ( )
Realiza desinfección del galpón luego de su limpieza	Si ( )	No ( )
Uso de algún antibacteriano en los último 15 días:	Si:	<input type="checkbox"/> Animal no acorde para la investigación
	No:	<input type="checkbox"/> Animal apropiado para la investigación
Observaciones:		

**Firma:** \_\_\_\_\_

## Pruebas bioquímicas para identificación de enterobacterias

Bacteria	Indol	V.Proskauer	Citrato de Simmons	Urea	H <sub>2</sub> S	Gas de Glucosa	Movilidad	Sacarosa	Lactosa
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Shigella flexneri</i>	v	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	+	-	-	-	-	+	+	v	+

V= variable