

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**“Efecto del ácido acético sobre la microbiota intestinal (*Escherichia coli* y *Lactobacillus* spp) y parámetros zootécnicos en pollos de engorde.”**

**POR:**

**BR. CHRISTIAN VLADIMIR BONILLA DE LA O**  
**BR. REYNA GUADALUPE HERNÁNDEZ DE BENÍTEZ**  
**BR. VILMA GUADALUPE NAVAS GUARDADO**

**San Salvador, Ciudad Universitaria, abril 2023**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**“Efecto del ácido acético sobre la microbiota intestinal (*Escherichia coli* y *Lactobacillus* spp) y parámetros zootécnicos en pollos de engorde.”**

**POR:**

BR. CHRISTIAN VLADIMIR BONILLA DE LA O  
BR. REYNA GUADALUPE HERNÁNDEZ DE BENÍTEZ  
BR. VILMA GUADALUPE NAVAS GUARDADO

**REQUISITO PARA OBTAR AL TÍTULO DE:**

LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**San Salvador, Ciudad Universitaria, abril de 2023**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL**

Ing. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**DECANO**

Dr. FRANCISCO LARA ASCENCIO

**SECRETARIO**

**F** \_\_\_\_\_

ING. BALMORE MARTINEZ SIERRA

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**F.** \_\_\_\_\_

ING. M.Sc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTIZ

**DOCENTES DIRECTORES**

**F.** \_\_\_\_\_

ING. M.Sc. JUAN FRANCISCO ALVARADO PANAMEÑO

**F** \_\_\_\_\_

MVZ. RAMON OVIEDO ZELAYA

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

**F.** \_\_\_\_\_

ING. AGR. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

## **RESUMEN.**

El proyecto de investigación se desarrolló, en la finca Aguachilla, en el Municipio de San Marcos, Departamento de San Salvador, entre los meses de enero y agosto del 2021, llevándose a cabo la crianza de 99 pollos de engorde de la línea (Hubbard) desde un día de nacidos, los cuales fueron alimentados con concentrado de inicio los primeros 21 días, y se suplementó concentrado final desde el día 22 al 42, así mismo el ácido acético se adicionó en el agua de beber en dos periodos; el primero inició a los 15 días y finalizó el día 24, el segundo periodos inició el día 32 finalizando el día 42. Se adicionaron 3ml por litro de agua para llegar a un pH 6 y 6ml en un litro de agua hasta obtener un pH 5 utilizando un vinagre comercial, los valores pueden cambiar según la dureza del agua y de la naturaleza del vinagre.

El modelo estadístico utilizado fue el diseño completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, constituidas por once unidades experimentales cada una, para la metodología de laboratorio se utilizó como muestra contenido intestinal, realizando dos muestreos, el primero al día diez, dos machos dos hembras antes de la división de los tratamientos y muestreo final tres pollos por tratamiento, las muestras fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, dando como resultados un control de las unidades formadoras de colonias de *E. coli* y un aumento en las unidades formadoras de colonias de *Lactobacillus* spp en los tratamientos con ácido acético . La adición de ácido acético en el agua de beber de pollos de engorde, mejoraron el entorno de la microbiota intestinal; favoreciendo el crecimiento de bacterias ácido lácticas, lo cual se vio reflejado en los parámetros zootécnicos, obteniendo mejor ganancia de peso a la sexta semana pH 6 con promedio de 2,921.67 g ( $P>0.05$ ) y la conversión alimenticia con pH5 nos da un valor de 1.65 ( $P>0.05$ ). La conclusión principal fue: La adición de ácido acético con pH 5 y pH 6 en el agua de beber mejoró el rendimiento de pollos de engorde, y puede ser utilizado en el agua de beber a partir de los 15 días de edad hasta terminar su ciclo productivo como promotor de crecimiento.

**Palabras clave:** ácido acético, bacterias ácido lácticas, *Escherichia coli*, pollos de engorde.

## **ABSTRACT.**

The research project was developed, in the Aguachilla farm, in the Municipality of San Marcos, Department of San Salvador, between the months of January and August 2021, carrying out the breeding of 99 broilers of the line (Hubbard) from one day of birth, which were fed with starter concentrate for the first 21 days, and final concentrate was supplemented from day 22 to 42, likewise acetic acid was added to the drinking water in two periods; the first began at 15 days and ended on day 24, the second period began on day 32 and ended on day 42. 3ml per liter of water was added to reach pH 6 and 6ml in one liter of water until pH 5 was obtained. using a commercial vinegar, the values can change depending on the hardness of the water and the nature of the vinegar.

The statistical model used was a completely random design, with three treatments and three repetitions, consisting of eleven experimental units each. For the laboratory methodology, intestinal content was used as a sample, performing two samplings, the first on day ten, two males two females before the division of the treatments and final sampling three chickens per treatment, the samples were processed and analyzed in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, resulting in a control of the forming units of colonies of *E. coli* and an increase in the colony-forming units of *Lactobacillus* spp in the treatments with acetic acid. The addition of acetic acid in the drinking water of broilers improved the environment of the intestinal microbiota; favoring the growth of lactic acid bacteria, which was reflected in the zootechnical parameters, obtaining better weight gain at the sixth week pH 6 with an average of 2,921.67 g ( $P>0.05$ ) and the feed conversion with pH5 gives us a value of 1.65 ( $P>0.05$ ). The addition of acetic acid with pH 5 and pH 6 in the drinking water improved the performance of broilers, and it can be used in the drinking water from 15 days of age until the end of its productive cycle as a growth promoter. .

**Keywords:** acetic acid, lactic acid bacteria, *Echerichia coli*, broilers.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresémosnos nuestros más sinceros agradecimientos a nuestros asesores de tesis: Ing. Agr. M.Sc. Juan Francisco Alvarado Panameño y MVZ. Ramón Oviedo, por su dedicación, consejería y apoyo proporcionado a fin de orientarnos en el trabajo de investigación.

A Lic. Idalia Rosmery Erroa y Lic. Juan Aguirre, por su valioso apoyo en los Análisis Microbiológicos, en el laboratorio de investigación y diagnóstico, en el departamento de protección vegetal, de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

A nuestros padres y familiares por brindarnos su apoyo incondicional en todo momento y cooperar en momentos de necesidad.

Al señor José Santos Ramos Bonilla por darnos la accesibilidad de utilizar el terreno donde se desarrolló la fase de campo del proyecto.

A la Ing. Blanca Eugenia Torres por tener la bondad de asesorarnos y brindarnos el equipo técnico utilizado.

## **DEDICATORIA.**

A mi madre Reina Paz de la O Valle por su amor, apoyo, sacrificios y consejos que me permitieron culminar con éxito esta importante etapa de mi vida.

A mi padre por brindarme su apoyo y asesoría desde el inicio hasta el fin de la investigación.  
A mi hermano Williams Stanley por siempre brindarme palabras de apoyo, escuchar mis quejas, regañarme y estar pendiente de mi progreso.

A mis amigas, Ana Cristina Castellón y Calorina Araya Amaya, quienes estuvieron en todo momento en la transición del proyecto.

A mi asesor de tesis Ing. Agr. M.Sc. Juan Francisco Alvarado Panameño por su paciencia, consejería y apoyo durante el transcurso de la investigación.

Christian Vladimir Bonilla de la O

Mi tesis la dedico primeramente a Dios, por ser el autor de mi vida y por permitirme vivir esta etapa única y especial para mí, ya que es un sueño que por su misericordia y bondad podré cumplir.

Con todo mi amor y cariño a mi amado esposo José Trinidad Benítez, por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mi amada hija Isabel Benítez, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor. A mis amados hijos Daniel y Ricardo Benítez, por su paciencia y apoyo en los momentos que me necesitaron.

A mi asesor principal de tesis Ing. Agr. M.Sc. Juan Francisco Alvarado Panameño por confiar en este proyecto, su paciencia, ayuda incondicional, consejería y apoyo, a MVZ. Ramón Oviedo Zelaya por sus consejos en el trascurso de la investigación.

A mis padres y hermanos, quienes con sus palabras de aliento me motivaron a seguir adelante, ser perseverante y cumplir con mis ideales.

A mis compañeros y amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante mis estudios estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

A mis compañeros de tesis, que hasta la fecha me han demostrado que no solo son compañeros sino unos excelentes amigos, no ha sido fácil llegar hasta donde hemos llegado, con desvelos, sacrificios y momentos únicos de aventuras y nuevas experiencias, pero al final valió la pena.

Reyna Guadalupe Hernández de Benítez

Gracias Dios todo poderoso y la Virgen de Guadalupe, por guiar mi vida y por permitirme vivir esta etapa especial, por su misericordia y bondad, cumplir un eslabón más en mi vida.

Con todo mi amor y cariño a mis amados abuelitos Gregorio Guardado por ser un ángel en mi vida y cuidarme siempre desde el cielo, Francisca Rodas por su amor infinito, por creer en mi capacidad a pesar de ser estudiante y trabajar al mismo tiempo. A mis padres, Ana Vilma Guardado y Neftalí Navas, mi hermana Dinora y mis amadas sobrinas que siempre me apoyaron en todo momento Daniela y Michell, mis tíos quienes por sus palabras me motivaron a seguir adelante.

Y mi amado Oscar Guerrero gracias por el apoyo, paciencia y amor sincero que me das día a día, ser el compañero perfecto de cada una de nuestras aventuras.

A mi asesor principal de tesis Ing. Agr. M.Sc. Juan Francisco Alvarado Panameño por confiar en este proyecto, su paciencia, ayuda incondicional, y apoyo, a MVZ. Ramón Oviedo Zelaya por sus consejos en el transcurso de la investigación.

A mis compañeros y amigos del trabajo, quienes sin esperar nada a cambio compartieron mis alegrías y tristeza en mis estudios estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

A mis compañeros de tesis, Reyna Guadalupe y Christian de la O, que hasta la fecha me han demostrado ser unos excelentes amigos, por tenerme una gran paciencia en momentos difíciles en mi vida personal hemos llegado, con desvelos, sacrificios y momentos únicos, pero sobre todo con una gran amistad maravillosa y familiares que siempre nos apoyaron. también a nuestras mascotas que formaron parte de toda nuestra formación académica, que siempre estuvieron en todo momento, dando apoyo y cariño.

Vilma Guadalupe Navas Guardado

## ÍNDICE

RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
AGRADECIMIENTOS .....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	2
2.1 ALIMENTACIÓN .....	2
2.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE POLLOS DE ENGORDE .....	2
2.2.1 Agua .....	2
2.2.2 Energía.....	2
2.2.3 Vitaminas .....	3
2.2.4 Minerales .....	3
2.2.5 Proteína.....	3
2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRACTO GASTROINTESTINAL DE LAS AVES DOMÉSTICAS .....	4
2.4 MICROBIOTA INTESTINAL Y SU DISTRIBUCIÓN ESPACIAL .....	4
2.4.1 <i>Echerichia coli</i> .....	5
2.4.2 <i>Lactobacillus spp</i> .....	6
2.5 ESTRATEGIAS EN LA MEJORA DE LA MICROBIOTA INTESTINAL .....	6
2.5.1 Probióticos .....	6
2.5.2 Prebióticos.....	6
2.5.3 Ácidos Orgánicos .....	7
2.5.4 Acidificación de agua .....	7
2.6 ÁCIDO ACÉTICO .....	8
2.7 PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL ÁCIDO ACÉTICO.....	8
2.8 BENEFICIOS DEL ÁCIDO ACÉTICO EN LA SALUD INTESTINAL.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
3.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR .....	9
3.2 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
3.3 UNIDADES EXPERIMENTALES.....	9
3.4 METODOLOGÍA DE CAMPO .....	10
3.4.1 Descripción de las instalaciones.....	10
3.4.2 Preparación del área de antes de la llegada de los pollos .....	10
3.4.3 Distribución de comederos y bebederos .....	10
3.4.4 Recibimiento de los pollos.....	11
3.4.5 Programa de iluminación y fotoperíodo .....	11
3.4.6 Plan de vacunación.....	12
3.4.7 Alimentación.....	12
3.4.8 Consumo de agua .....	12
3.4.9 Distribución de las aves y tratamientos.....	13
3.4.9.1 Toma de datos.....	13
3.4.10 Parámetros zootécnicos.....	13
3.4.11 Uniformidad de la parvada (%).....	14
3.4.12 Consumo diario de alimento en gramos (CDP) .....	14
3.4.13 Ganancia diaria de peso gramos (GDP).....	14

3.4.14	Índice de conversión alimenticia (ICA) .....	14
3.5	PREPARACIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO, ANTES DEL ENVIÓ AL LABORATORIO. ....	14
3.5.1	Sacrificio de los pollos .....	14
3.5.2	Toma de muestra, preparación y envío al laboratorio. ....	15
3.5.3	Fase de laboratorio .....	15
3.6	METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.....	16
3.6.1	Variables a medir .....	16
3.6.1.1	Independientes.....	16
3.6.1.2	Dependientes.....	16
3.7	METODOLOGÍA SOCIOECONÓMICA.....	16
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1	ANÁLISIS DE PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS. ....	17
4.1.1	Consumo diario de alimento por semana (gramos).....	17
4.1.2	Ganancia de peso vivo (gramos).....	18
4.1.3	Uniformidad semanal (%) .....	19
4.1.4	Índice de conversión alimenticia (ICA) .....	19
4.2	EFFECTO DEL ÁCIDO ACÉTICO EN MICROORGANISMOS INTESTINALES DE POLLOS DE ENGORDE DE LA LÍNEA HUBBARD. ....	21
4.2.1	Población de Escherichia Coli (UFC/g).....	21
4.2.2	Población de Lactobacillus spp (UFC/g).....	22
4.3	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	22
5.	CONCLUSIONES.....	24
6.	RECOMENDACIONES .....	25
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	26
8	ANEXOS	36

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	PROGRAMA DE ILUMINACIÓN .....	12
CUADRO 2.	CONSUMO ACUMULADO DE CONCENTRADO PARA EL CICLO DE PRODUCCIÓN EN BASE A 100 POLLOS.....	12
CUADRO 3.	DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS .....	13
CUADRO 4.	COSTO BENEFICIO 33 POLLOS POR TRATAMIENTO. ....	23
CUADRO A-1.	COSTOS FIJOS (USD).....	36
CUADRO A-2.	COSTOS VARIABLES .....	36
CUADRO A-3.	COSTO POR TRATAMIENTOS POR 33 POLLOS (USD) .....	37
CUADRO A-4.	COSTO BENEFICIO POR 33 POLLOS (USD).....	37
CUADRO A-5.	CONSUMO DE AGUA ml T2/ PH6 .....	38
CUADRO A-6.	CONSUMO DE AGUA ml T1/PH5.....	39
CUADRO A-7.	MATRIZ RESUMEN DE CONSUMO DIARIO DE ALIMENTOS EN GRAMOS.....	40
CUADRO A-8.	ANÁLISIS DE VARIANZA GDP DÍA 42 (P>0.05) .....	40

CUADRO A-9.	CUADRO ANÁLISIS DE VARIANZA CDA DÍA 42 (P 0.05) .....	40
CUADRO A-10.	CUADRO ANÁLISIS DE VARIANZA CDA DÍA 42 (P>0.05) .....	40
CUADRO A-11.	CUADRO ANÁLISIS DE VARIANZA ICA DÍA 42 (P 0.05).....	40
CUADRO A-12.	MATRIZ RESUMEN DE GANANCIA DIARIA DE PESO EN GRAMOS. . .....	41
CUADRO A-13.	MATRIZ RESUMEN DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (P 0.05). .....	41
CUADRO A-14.	MATRIZ RESUMEN DE UNIFORMIDAD (P 0.05) .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ÁCIDO ACÉTICO .....	8
FIGURA 2.	CONSUMO ACUMULADO DE ALIMENTO POR SEMANA.....	17
FIGURA 3.	CONSUMO ACUMULADO DÍA 42 (P> 0.05).....	17
FIGURA 4.	GANANCIA DE PESO VIVO POR SEMANA .....	18
FIGURA 5.	GANANCIA DE PESO VIVO DÍA 42 (P>0.05) .....	18
FIGURA 6.	UNIFORMIDAD POR SEMANA.....	19
FIGURA 7.	UNIFORMIDAD POR TRATAMIENTO .....	19
FIGURA 8.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA) SEMANA.....	20
FIGURA 9.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA) DÍA 42 (P> 0.05) .....	20
FIGURA 10.	EFECTO DE LAS DOSIS DE ÁCIDO ACÉTICO EN LA POBLACIÓN DE <i>Escherichia coli</i> (UFC/G).....	21
FIGURA 11.	EFECTO DE ÁCIDO ACÉTICO EN LA POBLACIÓN DE <i>Lactobacillus</i> spp (UFC/G) .....	22
FIGURA. A-1.	CONSTRUCCIÓN DE GALERAS.....	42
FIGURA. A-2.	INSTALACIÓN DE NIPLE.....	42
FIGURA. A-3.	BEBEDEROS.....	43
FIGURA. A-4.	COMEDEROS.....	43
FIGURA. A-5.	RECEPCIÓN DE VACUNAS.....	43
FIGURA. A-6.	RECEPCIÓN DE POLLOS.....	43
FIGURA. A-7.	DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS .....	44
FIGURA. A-8.	TOMA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.....	44
FIGURA. A-9.	TOMA DE PESO.....	44
FIGURA. A-10.	PEACHIMETRO.....	44
FIGURA. A-11.	CONSUMO DE AGUA.....	45

FIGURA. A-12.	MEDICIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO EN AGUA .....	45
FIGURA. A-13.	TOMA DE MUESTRA DE HECES .....	45
FIGURA. A-14.	MUESTRA.....	45
FIGURA. A-15.	PRUEBAS DE LABORATORIO.....	46
FIGURA. A-16.	TESISTAS MOSTRANDO SU LUGAR DE PROYECTO .....	46

#### INDICE DE ANEXOS

ANEXO-1.	ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	47
ANEXO-2.	ANÁLISIS DE LABORATORIO. ....	48
ANEXO-3.	ANÁLISIS DE LABORATORIO: EFECTO DE LAS DOSIS DE ÁCIDO ACÉTICO EN LA POBLACIÓN DE <i>Escherichia coli</i> y <i>Lactobacillus</i> (UFC/G).....	49

## 1. INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad que ha alcanzado grandes avances en las últimas décadas, esto se debe principalmente a la acción conjunta entre genética, sanidad, manejo y nutrición (Chávez. *et al.* 2016).

En los sistemas de producción tradicionales con alta densidad por unidad de superficie, con deficiencias higiénicas sanitarias, podrían enfrentarse a diferentes desafíos de orden gastrointestinal, lo que puede generar problemas en la unidad productiva, aumentando la inversión en la prevención de enfermedades diarreicas. Para evitar este problema, a nivel mundial a lo largo de los años, se han utilizado los antibióticos como promotores de crecimiento (APC), los cuales mejoran la tasa de crecimiento, la salud y el bienestar de los animales (Chávez 2014).

Existen alternativas orgánicas al uso de antibióticos para la prevención de estas enfermedades, entre los cuales se encuentran los probióticos y sustancias acidificantes. Estas alternativas surgen ante las necesidades de reducir el uso indiscriminado de antibióticos en la dieta animal (Anon 1999; Van Kol 1998).

El uso de ácidos orgánicos en el agua de beber para las aves, puede destruir o reducir cualquier patógeno vegetativo en el agua misma, así como continuar trabajando a nivel del tracto digestivo de los animales, evitando así la excreción y recontaminación de enterobacterias (López, 2020).

Los enfoques más comunes para mejorar la microbiota intestinal incluyen: ácidos orgánicos (ácido acético) cuya función es acidificar intestinos creando condiciones adecuadas para el desarrollo de una microbiota benéfica y mejorar el medio intestinal del hospedador, similar a los antibióticos promotores de crecimiento (Barnes *et al.*, 1972).

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación estuvo orientado a evaluar dosis de ácido acético con pH 5 y pH 6 para ver comportamiento en la microbiota intestinal y mejorar el rendimiento de los parámetros zootécnicos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Alimentación**

El objetivo de la cría de pollo de engorde es producir la mayor cantidad de carne en el menor tiempo posible y al más bajo costo; para que esto sea posible, es necesario el suministro de grandes cantidades de alimento que cumplan con los requerimientos específicos de nutrición de los pollos. Gracias a la selección genética que se ha realizado, los pollos de engorde actuales tienen la capacidad de absorber eficientemente los nutrientes, por lo tanto, la producción de carne mejora a medida que se aumenta el consumo de alimento (Zhicay 2016).

Es importante que los pollos inicien bien su crecimiento, lo que exige una ración con los siguientes nutrientes: proteínas, energía, minerales, vitaminas y agua desde el primer día, hasta completar su ciclo productivo, es decir que debe contener la cantidad, calidad y proporciones adecuadas; procurando el mayor consumo posible, para el logro de rápido crecimiento y mejor conversión alimenticia (Cabrera 2014).

### **2.2 Requerimientos nutricionales de pollos de engorde**

Las dietas para pollos de engorde están formuladas para proveer los nutrientes esenciales, enfocado en el logro de buenos niveles de salud y producción. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular. La calidad de los ingredientes, forma del alimento e higiene, afectan a la contribución de estos nutrientes básicos. Si los ingredientes crudos o los procesos de molienda se deterioran o si hay un desbalance nutricional en el alimento, el rendimiento de las aves puede disminuir (Lazo 2016).

#### **2.2.1 Agua**

El agua en avicultura supone un elemento de mayor importancia, tanto por el volumen de consumo que representa para los animales, como por su utilización como vehículo terapéutico y de suma importancia en el metabolismo de las aves (Rubio, 2005).

#### **2.2.2 Energía**

La energía no es un nutriente, es resultado del metabolismo de los componentes químicos de los alimentos, importantes en el crecimiento, producción, movimientos musculares, mantenimiento de la temperatura corporal, respiración, entre otros. La energía total de un alimento nunca es completamente aprovechada por los pollos, pues parte de esta energía se pierde con las heces y orina (Englert, 1998).

Se considera dos maneras de medir el valor energético de las raciones y de las materias primas importantes en una formulación: energía metabolizable y energía productiva. La energía metabolizable es la energía total del alimento menos la energía de las heces y orina y, la energía productiva es la energía de una ración que es realmente transformada en carne (Murarolli, 2007).

### **2.2.3 Vitaminas**

Las vitaminas, juegan un papel decisivo en la nutrición, tanto de animales como en seres humanos como catalizadores orgánicos presentes en pequeñas cantidades en la mayoría de los alimentos, son esenciales para las funciones metabólicas y fisiológicas tales como: el crecimiento, desarrollo, salud y reproducción. Las vitaminas se deben suplementar en los concentrados de los pollos, porque las materias primas no las contienen en cantidades suficientes y las aves no las pueden sintetizar a excepción de la vitamina C (Barroeta *et al.* 2002).

### **2.2.4 Minerales**

Los minerales son necesarios para la salud en general, para la formación del sistema óseo, como componentes de la actividad metabólica general, y para el mantenimiento del equilibrio entre los ácidos y las bases del organismo. El calcio y el fósforo son los elementos minerales más abundantes en el cuerpo y se clasifican como macrominerales, junto con el sodio, el potasio, el cloro, el azufre y el magnesio. Los macrominerales son elementos necesarios en la dieta en concentraciones de más de 100 mg/kg. En la práctica las dietas de las aves de corral deben suplementarse con macrominerales y oligoelementos, ya que las dietas típicas, basadas en cereales, son carentes en ellos (Farrell, 2013).

### **2.2.5 Proteína**

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno adicionadas en las dietas para el suministro de aminoácidos (Walsh, 2013). El exceso de este nutriente implica el catabolismo de los aminoácidos, funcionando como aporte de energía en las dietas. Esta función no es recomendable debido a su elevado costo como fuente energética. De esta manera, las dietas de pollos de engorde deben ofrecer un nivel proteico que minimice el uso de aminoácidos como fuente de energía (Bertechini, 2012).

El porcentaje de proteína para pollos de engorde con peso al sacrificio de 1.8 a 2 kg, se evalúa tomando en cuenta la edad con el porcentaje de proteína que se recomienda, de tal

manera que en la fase de preinicio (0-10 días) se debe suministrar de 22.5 a 23 % de proteína cruda (PC); en la fase de crecimiento (11-22 días), de 20 a 20.5 % PC, y en la fase final 1 de (23-30 días) de 19 a 19.5% PC y la fase final 2 (31-42 días) de 17.5 a 18% PC (Hubbard, 2016).

### **2.3 Características generales del tracto gastrointestinal de las aves domésticas**

El pico en las aves representa mandíbulas y labios, es una estructura ósea que está revestida por una capa cornea de dureza variable. En la cavidad bucal de las aves no hay separación entre boca y faringe, en las paredes de esta están presentes gran cantidad de glándulas salivares, las cuales segregan un promedio de 12 ml de saliva en un periodo de 24 horas (Álvarez 2002).

El estómago consta de dos porciones que son el estómago glandular (EG) y el estómago muscular (EM). El EG está recubierto externamente por el peritoneo, seguido por la túnica muscular, compuesta de una capa externa muy fina de fibras longitudinales y de otra interna, de fibras circulares, que constituyen un conducto de tránsito para los alimentos que proceden del buche y que se dirigen a la molleja (Ortiz. *et al.* 2010).

El EM o molleja, se adhiere a la porción caudal del proventrículo y está cubierto en su extremo anterior de los dos lóbulos hepáticos; en esta parte no se segrega jugo digestivo. La parte más esencial de la pared del estómago está constituida por los dos músculos principales, la capa córnea y túnica muscular, unidos a ambos lados por una aponeurosis de aspecto blanco-azulado (Swensson. 1999).

El intestino delgado se extiende desde la molleja hasta el origen de los ciegos, y en comparación al tamaño de las aves, este es largo y de tamaño uniforme en toda su extensión, que se subdivide en tres partes: duodeno, yeyuno, e íleon, cuya longitud es de 22 a 35 cm, un diámetro de 0.8 a 1.2 cm en la gallina, y esta irrigado por la arteria celiaca; el intestino grueso, se subdivide en tres porciones: ciego, el recto y la cloaca. El ciego tiene como función continuar la desintegración de los principios nutritivos y la absorción de agua, cada uno mide de 12 a 25 cm; el recto es corto y derecho, se expande para formar la cloaca, su función es la de acumular las heces, cuya longitud es de 8 a 12 cm incluyendo la cloaca (Doyle y Slesson, 2000).

### **2.4 Microbiota intestinal y su distribución espacial**

La microbiota intestinal comprende la población de microbios que habitan en los intestinos. El tracto gastrointestinal de las aves es un refugio cálido para una microbiota compleja que

consiste principalmente en bacterias anaeróbicas. A medida que el hospedador crece, esta microbiota se vuelve muy diversa hasta que alcanza un estado relativamente estable pero dinámico (Pan y Yu, 2014).

Aparte del desarrollo físico y bioquímico, es necesario para la función intestinal, el crecimiento microbial o la colonización. Las primeras bacterias en aparecer son del tipo cocoide, como los *Enterococcus* y durante la primera semana se suman las alargadas como *E. Coli*, *Lactobacillus* spp o *Bacteroides* spp. En la segunda semana se observan *Fusobacterium* y en general forman una capa de filamentos que evita la colonización de otras bacterias. A partir de la tercera semana de edad no se observan cambios mayores en la microbiota intestinal. En los ciegos se encuentran además *Eubacterium*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Peptostreptococcus*, *Propionobacterium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *E. coli*. (Rodríguez 2004).

El pH natural del tracto gastrointestinal (TGI) en sus diferentes compartimientos depende de factores como la salud del individuo, tipo de nutrientes y contenido de la microbiota, donde la mayoría crece a un pH cercano a 7 o ligeramente más alto (Rahman 2005).

El buche alberga una gran población de lactobacilos, bacterias que fermentan el alimento y producen ácido láctico, el cual reduce el pH del ambiente. Las condiciones dentro del proventrículo son altamente ácidos, lo que crea un ambiente poco apto para la mayoría de las bacterias. La población bacteriana del intestino delgado evoluciona a medida que el ave envejece, pero generalmente estará estable hacia las dos semanas de edad. Los ciegos ofrecen un ambiente más estable, lo que permite la colonización de bacterias de crecimiento lento, dominados al inicio por lactobacilos, *Coliformes* y *Enterococos*, pero hacia las 3 ó 4 semanas de edad, pueden encontrarse *Bacteroides*, *Eubacterias*, *Bifidobacterias*, *Lactobacilos* y *Clostridio* (Ganewatta *et al.*, 2017).

#### **2.4.1 Echerichia coli**

Dentro de la microbiota normal del tracto gastrointestinal de las aves, se encuentran múltiples bacterias comensales, una de ellas es *Escherichia coli*. (Zhao *et al.*, 2005). La colibacilosis genera cuadros patológicos como: coligranuloma, enfermedad de los sacos aéreos, celulitis, síndrome de cabeza hinchada, salpingitis, coliseptisemia, entre otros. Es la enfermedad infecciosa con los mayores índices de morbilidad, mortalidad y decomiso de canales en la industria avícola, siendo, además, considerada una enfermedad económicamente devastadora en todo el mundo. Es por esto que, las medidas de control

que incluyen el uso terapéutico de antimicrobianos, son esenciales en el rubro en cuestión (Salehi y Bonab, 2006).

#### **2.4.2 Lactobacillus spp**

Los microorganismos probióticos más representativos son los pertenecientes a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, cuya acción benéfica se atribuye principalmente a la producción de ácidos orgánicos, además de algunas biocinas que inhiben el crecimiento de enterobacterias patógenas como *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* spp y *Salmonella* spp (Parra, 2010).

### **2.5 Estrategias en la mejora de la microbiota intestinal**

Existen una serie de productos naturales que presentan un papel favorable y se utilizan principalmente para mejorar la salud de las aves de corral contra diversas enfermedades infecciosas. De igual manera, algunos minerales pueden ayudar a mantener comunidades microbianas saludables en todas las regiones del intestino, incluso en circunstancias que normalmente suponen una amenaza para la salud intestinal como la ausencia de alimento, infecciones intestinales con coccidios y estrés por calor (Oviedo, 2019).

Los enfoques más comunes para mejorar la microbiota intestinal incluyen: el uso de microbios benéficos, conocidos como probióticos, aditivos prebióticos cuya función es alimentar a los miembros deseables de la microbiota, aditivos simbióticos que consiste en la combinación de probióticos más prebióticos y ácidos orgánicos (butírico, propiónico y/o acético), cuya función es acidificar intestinos para crear condiciones adecuadas para el desarrollo de una microbiota benéfica y mejorar el tracto intestinal del hospedador (Xu y Gordon, 2003).

#### **2.5.1 Probióticos**

El término probióticos significa «a favor de la vida» y actualmente se utiliza para designar bacterias y levaduras que tienen efectos benéficos para los seres humanos y los animales. En la actualidad, el uso de probióticos en animales de producción está destinados a inhibir el desarrollo de bacterias patógenas, promover el crecimiento y mejorar la conversión alimenticia (Frizzo *et al* 2011).

#### **2.5.2 Prebióticos**

Los prebióticos son “sustancias o productos que no son absorbidos o hidrolizados durante su tránsito por el aparato digestivo, sirven de sustrato a las bacterias beneficiosas,

estimulando su crecimiento y/o su actividad metabólica, alteran la microbiota intestinal de manera favorable para el hospedador no sólo en el medio intestinal, sino también de manera sistémica” (Gibson y Roberfroid 1995).

### **2.5.3 Ácidos Orgánicos**

Los ácidos orgánicos constituyen una alternativa, ya que producen una mejor digestibilidad de minerales como calcio, fósforo, magnesio, zinc, hierro, cobre, además de proteínas y energía; también favorece la producción de promotores del crecimiento y controlan los microorganismos del tracto gastrointestinal confiriéndole valor bacteriostático (Cole 2000).

Las sustancias acidificantes no curan por sí solas las enfermedades, pero ayudan a que las aves se recuperen antes, y lo más importante, previenen muchos trastornos intestinales; su aplicación es sencilla, ya sea en el alimento (pienso) o en el agua de beber, aconsejable en momentos de estrés: muda, crías, viajes, enfermedades, etc. (Ferrer 2000).

### **2.5.4 Acidificación de agua**

La acidificación del agua de beber mejora el rendimiento, ya que los ácidos orgánicos son ampliamente aceptados como una alternativa a los antibióticos en la alimentación y producción avícola; en particular la adición de ácido acético al agua de beber ayuda a reducir el nivel de patógenos, contribuyendo con la regulación de la microbiota intestinal, aumenta la digestibilidad de los alimentos, mejora el crecimiento y rendimiento del ave (Philipsen 2006).

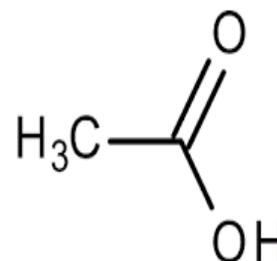
En términos generales los acidificantes tienen dos mecanismos de acción, uno representado por la disminución del pH del tracto digestivo y el otro consistente en un efecto directo cuando se ponen en contacto con el patógeno a nivel del tubo gastrointestinal inhibiendo el crecimiento y supervivencia microbiana (Contreras. 2010).

Los ácidos orgánicos son moléculas con capacidad lipófila que atraviesa la membrana celular de las bacterias y llegan al citoplasma donde se disocian en anión y protón, en una reducción del pH celular (Polycarpo *et al.*, 2017). La bacteria en un intento por eliminar el exceso de protones para estabilizar el pH intracelular utiliza trifosfato de adenosina (ATP) de tal manera que disminuye la energía celular (Ricke, 2003), que puede ser utilizada para el crecimiento y supervivencia del microorganismo. Así mismo la porción aniónica del ácido causa un desequilibrio osmótico dentro de la célula afectando el crecimiento bacteriano (Krishan y Narang, 2014). Los ácidos orgánicos pueden encontrarse protegidos y actuar en

todo el intestino reduciendo la proliferación microbiana patógena y consecuentemente disminuye la competencia de la microbiótica con el hospedador por el nitrógeno endógeno disponible en la luz intestinal (Polycarpo *et al.*, 2017).

## 2.6 Ácido acético

El ácido acético, también llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanoico, es una sustancia orgánica presente en la composición del vinagre, siendo responsable de su típico olor y sabor agrio. El ácido acético responde a la fórmula química  $C_2H_4O_2$ , siendo su fórmula semidesarrollada  $CH_3-COOH$ . Visto así, no es más que una molécula de metilo ( $CH_3$ ) con un grupo carboxilo ( $-COOH$ ) adherido al átomo de carbono (Figura 1) por enlace simple (Raffino, 2019).



**Figura 1. Estructura química del ácido acético**

Fuente: Mínguez y J. de André, 2005

## 2.7 Propiedades físico químicas del ácido acético

El vinagre es un producto obtenido en el proceso intermedio de la fabricación de vinos, el cual se obtiene a partir de la fermentación que realiza el *Lactobacillus bulgaricum* de jugos de frutas, entre otras sustancias

La apariencia del ácido acético es cristalina, al menos cuando se lo encuentra como su ion acetato (una sal o éster del ácido). Posee un punto de fusión de  $16.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un punto de ebullición de  $117.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tiene además una densidad de  $1049\text{ kg/m}^3$  y una acidez moderada de 4. 8. Se trata de un ácido débil, común como metabolito biológico y como sustrato de las enzimas acetiltransferasas. Se suele obtener mediante tres métodos distintos: la carbonilación del metanol ( $CH_3OH + CO \rightarrow CH_3COOH$ ), oxidación de acetaldehído ( $2CH_3CHO + O_2 \rightarrow 2CH_3COOH$ ), fermentación oxidativa ( $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ ) o fermentación anaeróbica ( $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_3COOH$ ) (Raffino, 2019).

## 2.8 Beneficios del ácido acético en la salud intestinal

El ácido acético, contribuye en la mejora de la calidad del agua (sanidad), ya que actúa como acidificante, bactericida, antimicótico, aumenta la salud intestinal, reduciendo así la concentración de patógenos oportunistas, y por ende los metabolitos microbianos, amonio y uso de nutrientes, aumenta la digestibilidad de nutrientes y retención, favorece el desarrollo intestinal (Coello 2010).

El suministro de ácido acético por la vía oral disminuye el pH intestinal, y neutraliza el desarrollo de las bacterias patógenas (Cole 2000).

Los ácidos orgánicos tienen su mayor efecto en los animales en sus primeras semanas de vida, puesto que se menciona que una cantidad de alimento no digerido llega al colon provocando que exista un crecimiento de microorganismos patógenos (Espinoza, 2015).

Este ácido será liberado cuando se produzca la multiplicación de los microorganismos patógenos que son capaces de atravesar la membrana celular de las bacterias y así interfieren en la síntesis de ADN y en su metabolismo (Delgado *et al.* 2006).

Por lo tanto, el uso de este químico en el agua de beber en animales de crecimiento rápido como pollos de engorde, gallinas ponedoras o reproductoras ayuda a mantener el equilibrio en la microbiota a nivel del tracto digestivo y especialmente en las situaciones donde la ingesta de pienso se ve alterada (Cabrera 2014).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización y características del lugar**

La investigación se realizó en Finca Aguachilla, ubicada en el Municipio de San Marcos, Departamento de San Salvador a 755,0 m.s.n.m., con coordenadas geográficas (Latitud: 13.6667, Longitud: -89.1833, 13° 40' 0" Norte, 89° 10' 60" Oeste). El promedio de temperatura diario es de 25.9°C, siendo su temperatura máxima en la época seca de 29.9°C y su temperatura mínima de 24.9°C.

#### **3.2 Duración de la investigación**

La duración de la investigación fue en un periodo de 4 meses, siendo la construcción y preparación de la galera en un periodo de un mes, tanto la fase de campo como la fase de laboratorio tuvo una duración de un mes y medio cada una.

#### **3.3 Unidades Experimentales**

Se utilizaron 99 pollos de engorde de un día de edad, de la línea Hubbard, los cuales fueron distribuidos en 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, 33 pollos por tratamiento, 11 pollos por repetición.

### **3.4 Metodología de campo**

#### **3.4.1 Descripción de las instalaciones**

Las aves fueron alojadas en un galpón de 5.0 m por 5.0 m (ancho y largo), con orientación este – oeste, piso de cemento, techo de lámina canalada de zinc de una bajada de agua, con una altura de 3 metros de alto en la parte más alta y 2.5 metros en la parte más baja, con adecuada ventilación natural (Figura A-1). También se tomaron todas las medidas de bioseguridad como tapete sanitario, evitando el ingreso de personas ajenas a la investigación, desinfección de equipos materiales.

Dentro de la galera se construyeron tres divisiones de madera y cada una de esta se dividió en tres: (1 m de ancho, 1 m de largo y 0.5 m de alto), donde se alojaron 11 pollos. Cada división fue forrada perimetralmente con malla de gallinero, para separar los respectivos tratamientos y como una medida de protección de los pollos (Figura A-1).

#### **3.4.2 Preparación del área de antes de la llegada de los pollos**

Una semana antes de la llegada de los pollos, se llevó a cabo limpieza general de la galera, mediante lavado de techo, paredes, mallas y pisos; la desinfección se realizó con una fórmula a base de amonio cuaternario, y se mantuvo cerrada hasta la recepción de los pollos. Dos días antes de recibir los pollos, se instaló la cama (granza de arroz), la cual fue distribuida uniformemente en una capa de 3-4 cm de espesor, por sus propiedades absorbentes y de confort para los pollos (Figura A-4).

Los bebederos y comederos fueron lavados, con yodopovidona al 1%, 10 ml/L de agua, de igual manera cubetas y tuberías (se dejó por un periodo de 8 a 24 horas), se eliminó y se enjuagó con abundante agua.

El encortinado de la galera se instaló con plástico polietileno, a nivel perimetral de la galera, mientras fue requerido según la edad de los pollos y las condiciones ambientales. En la puerta de acceso se instaló un tapete sanitario como parte de las normas de bioseguridad; también se contó con los siguientes equipos: un termómetro/higrómetro (uso industrial), para monitorear la temperatura ambiente dentro del mismo; y cada tratamiento dispuso de una lámpara infrarroja (criadora o fuente de calor) para proveer la temperatura ideal del pollo en los primeros 15 días de vida (Figura A-3).

#### **3.4.3 Distribución de comederos y bebederos**

Dos días antes de la recepción de los pollos se instalaron bandejas de recibimiento, bebederos, comederos de tolva (Figuras A3 – A4). De igual manera se instalaron y

probaron las fuentes de calor. La altura entre la cama y la fuente de calor, fue ajustada diariamente de acuerdo al comportamiento de los pollos (distribución homogénea y visualmente cómodos), manteniendo una temperatura inicial dentro del galpón entre 32°C - 34°C.

Inicialmente se utilizaron comederos abiertos (2.5 cm de altura), y bebederos con capacidad de 3.79 litros de agua (1 galón), útiles para la primera semana de edad de los pollos. Posteriormente, se utilizaron comederos tipo tolva (relación de 1 comedero con capacidad de 10 kg por cada 11 pollos), y bebederos automáticos de niple utilizando una relación de 1 por 11 pollos, (ambos se fueron ajustando a la altura del dorso) en relación al crecimiento de los pollos (Figura A-11).

#### **3.4.4 Recibimiento de los pollos**

Los pollos fueron transportados evitando la deshidratación y el estrés, realizado en horas frescas de la mañana (7:00 am -8:00 am).

Se comprobó que todo el equipo estuviera en perfecto funcionamiento: comederos, bebederos, fuente de calor, cortinas, etc.

Se encendió la fuente de calor 12 horas antes de la llegada de los pollos, y se reguló su temperatura de manera que fuera entre 32°C a 34 °C a nivel de piso, después se redujo la temperatura a 3 °C por semana, hasta alcanzar la temperatura del lugar (25.9°C), para que los pollos estuvieran confortables.

A su llegada, los pollos fueron pesados con una balanza digital (en g), tomando el peso individual de una muestra representativa, para determinar el adecuado peso a su edad (no menores a los 40 g) y calcular el porcentaje de uniformidad (no menor al 80%) (Figura A-5).

#### **3.4.5 Programa de iluminación y fotoperíodo**

Los pollos de engorde se beneficiaron con patrones definidos de luz y oscuridad (día y noche), que les marcan periodos diferenciados para el descanso y la actividad. En las etapas tempranas de crecimiento hasta los 7 días, se proporcionó un fotoperiodo prolongado de 20 horas luz y 4 horas de oscuridad, luego de los 7 días de edad, la cantidad óptima debe ser de 4 a 6 horas de oscuridad a partir de los 7 días hasta el sacrificio (cuadro 1).

Cuadro 1. Programa de iluminación

Edad (días)	Intensidad (lux)	Fotoperiodo (horas luz / oscuridad)	
1-7	25	23	1
8 – sacrificio	5-10	18-20	6-4

Fuente: Aviagen 2009

### 3.4.6 Plan de vacunación

El plan de vacunación, se inició a los siete días de nacidos con la primera dosis de vacuna triple Bronquitis, Newcastle, Gumboro, y a los 21 días se administró la segunda dosis aplicando una gota en el ojo (Figura A-6).

### 3.4.7 Alimentación

Todos los pollos fueron alimentados con concentrado comercial, de acuerdo a la edad cronológica de los mismos, utilizando concentrado de inicio (23% PC), desde el día 1 hasta el día 21, y luego concentrado finalizador (19% PC), considerando tres días de transición para el cambio de las formulaciones entre concentrado de inicio y concentrado finalizador. El consumo diario de alimento se obtuvo de pesar lo ofrecido de la ración diaria (g) menos el rechazo (g) al siguiente día (cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo acumulado de concentrado para el ciclo de producción en base a 100 pollos

Semana	Concentrado por pollo (g/pollos)	Consumo (Kg/100 pollos)	Cantidad tipo de concentrado
1	167	16.7	
2	375	37.5	119.2 Kg=262.24lb= 2.62qq
3	650	65	inicio
4	945	94.5	359.76 kg = 531.48 lb=5.31qq
5	1215	121.5	finalizador
6	1434	143.4	

Fuente (Instituto Tecnológico de Costa Rica 2006).

### 3.4.8 Consumo de agua

Se llevó un registro de consumo del agua de beber, utilizando como referencias las tablas de consumo, ya que fue de vital importancia para el experimento, pues la adición del ácido acético en diferentes dosis para llegar a pH 5 y pH6 fue suministrada mediante este líquido,

respetando los volúmenes que puedan consumir en función de su edad cronológica durante su desarrollo normal (Figura A-11).

Se colocó agua con vitaminas y electrolitos durante los primeros tres días, se alimentaron con concentrado de inicio del día 1 al día 21, luego del día 21 al 42 se ofreció el concentrado final, basado en tablas de consumo para la línea genética seleccionada.

### 3.4.9 Distribución de las aves y tratamientos

Los pollos fueron distribuidos en 3 espacios dentro de la galera, acondicionados para cada tratamiento de la investigación, con 33 unidades experimentales, con una densidad de 10 pollos por m<sup>2</sup> (cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de tratamientos

T0= testigo			T1=pH 5 ácido acético 6ml x 1 litro de agua			T2= pH 6 ácido acético 3ml x 1 litro de agua		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
11 pollos			11 pollos			11 pollos		

El ácido acético comercial al 5% se adicionó en el agua de beber en dos periodos; el primero inició a los 15 días y finalizó el día 24, el segundo periodo inició el día 32 finalizando el día 42, se adicionaron 3ml por litro de agua para llegar a un pH 6 y 6ml en un litro de agua para llegar a un pH 5 utilizando un vinagre comercial, los valores pueden cambiar según la dureza del agua y de la naturaleza del vinagre (Figura A10 – A12).

#### 3.4.9.1 Toma de datos

El registro zootécnico consistió en llevar la información diaria de: alimento ofrecido, alimento rechazado, peso vivo y aves muertas, en un libro de campo, para crear una base de datos para posteriormente analizarlos.

#### 3.4.10 Parámetros zootécnicos

Se elaboró un registro zootécnico que incluyó las siguientes variables: Consumo diario de alimento en gramos (g), ganancia peso en gramos (g), Índice de Conversión Alimenticia (ICA); el análisis e interpretación de estas variables permitió evaluar los resultados de desempeño de los pollos en estudio, en relación al efecto del ácido acético adicionado en el agua de beber.

#### **3.4.11 Uniformidad de la parvada (%)**

Fue utilizada como parámetro para definir la variación en el peso corporal en g de los pollos y evaluar el desempeño de crecimiento.

El porcentaje de uniformidad, se calculó mediante la siguiente formula

$$\% \text{ Uniformidad} = \frac{\text{pollos dentro del rango}}{\text{Total, pollos muestreados}} \times 100$$

#### **3.4.12 Consumo diario de alimento en gramos (CDP)**

Se calculó pesando diariamente la cantidad de alimento ofrecido y el alimento rechazado en gramos por cada tratamiento registrándolo en el libro de campo para posteriormente analizar los datos de esta variable y tomando como referencia la tabla de consumo correspondiente a la línea genética.

#### **3.4.13 Ganancia diaria de peso gramos (GDP)**

Se llevó a cabo pesando los pollos el primer día de nacidos, realizando esta actividad diariamente de forma individual, utilizando 9 pollos de cada tratamiento. La toma de peso se realizó mediante el uso de una balanza digital las primeras semanas, luego una balanza de reloj, llevando un registro en el que posteriormente se tabularon los datos en gramos.

Formula ganancia de peso  $GDP = \frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{Edad (días)}}$

#### **3.4.14 Índice de conversión alimenticia (ICA)**

Se calculó relacionando la cantidad de alimento consumido por cada unidad de producto obtenido, utilizando la siguiente formula:

$$ICA = \text{Consumo de alimento acumulado} / \text{Ganancia de peso.}$$

### **3.5 Preparación del material biológico, antes del envío al laboratorio.**

El objetivo del sacrificio fue obtener una muestra representativa en gramos del tracto gastrointestinal.

#### **3.5.1 Sacrificio de los pollos**

Antes de realizar la necropsia, los pollos fueron examinados considerando el sexo y condiciones generales, luego se inspeccionaron los orificios naturales, buscando exudados, signos de diarreas, cambio de color o lesiones en las mucosas.

El sacrificio de los pollos se realizó mediante corte de yugular y sangrado, seguidamente se realizó la necropsia en un primer periodo antes de la adición del ácido acético a los 10

días de edad, dos machos dos hembras y un muestreo final después de la adición de ácido acético al día 42, 3 pollos por tratamiento, con un total de 9 pollos.

### **3.5.2 Toma de muestra, preparación y envío al laboratorio.**

Se realizaron dos tomas de muestra del contenido intestinal, el primer muestreo se realizó antes de la implementación del tratamiento específicamente a los 10 días de edad, se extrajo el sistema digestivo del cuerpo del ave, para obtener una muestra representativa en gramos de contenido intestinal ya que en estas porciones (ciego, duodeno, yeyuno, íleon e intestino grueso) se encuentran las bacterias en estudio. Luego se colocó en frascos estériles (Figura A-13) debidamente identificados y trasladados al laboratorio Microbiológico de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, manteniendo la cadena de frío, utilizándose en el primer muestreo día 10, 4 unidades experimentales al azar, dos machos y dos hembras. Luego el segundo muestreo se realizó al día 42, se escogió 1 pollo al azar por repetición de cada tratamiento haciendo un total de 9 pollos.

### **3.5.3 Fase de laboratorio**

La metodología de laboratorio se basó en la identificación y cuantificación de las bacterias en estudio, apoyándose en la técnica descrita por Benavides, H. 2007 (Figura A-15)

Análisis para *Lactobacillus*, se realizó un primer muestreo al día 10 antes de la adición de ácido acético los cuales fueron 4 pollos y el segundo muestreo terminado la adición de ácido acético al día 42, 3 pollos por tratamiento.

Posterior a la recepción de las muestras, se identificaron con un código correspondiente a cada uno de ellos.

De la muestra se pesó 1 gramo de contenido intestinal y se le agregaron 9 ml de agua peptonada al 0.1%, para obtener la primera dilución 10, este proceso se realizó en cada una de las muestras.

Luego de tomar la primera dilución (10), se procedió a realizar las diluciones seriadas de 10 en 1, 10 en 2, 10 en 3, 10 en 4, 10 en 5 y 10 en 6.

De la dilución 10 en 2 se inoculo, se tomó 1 ml para inocular en placa petrifilm de bacterias ácido lácticas.

Luego se prepararon en duplicado, se incubaron 24 – 48 horas en incubadora a 37°C.

Luego se procedió al conteo de bacterias.

Análisis para *E.coli*, se realizó un primer muestreo al día 10 antes de la adición de ácido acético los cuales fueron 4 pollos y el segundo muestreo terminado la adición de ácido acético al día 42, 3 pollos por tratamiento.

Posterior a la recepción de las muestras, se identificaron con un código correspondiente a cada uno de ellos.

De la muestra se pesó 1 gramo de contenido intestinal y se le agregaron 9 ml de agua peptonada al 0.1%, para obtener la primera dilución 10, este proceso se realizó en cada una de las muestras.

Luego de tomar la primera dilución (10), se procedió a realizar las diluciones seriadas de 10 en 1, 10 en 2, 10 en 3, 10 en 4, 10 en 5 y 10 en 6.

De la dilución 10 en 2 se inóculo, se tomó 1 ml para inocular en placa petrifilm de *E. coli*

Luego se prepararon en duplicado, se incubaron 24 – 48 horas en incubadora a 37°C.

Luego se procedió al conteo de bacterias.

### **3.6 Metodología estadística**

Se utilizó estadística descriptiva, análisis de variancia (ANOVA) y representación gráfica de la información, mediante el programa estadístico SPSS versión 25, Infostat 2020 y hojas de cálculo de Microsoft Excel, utilizando el diseño completamente al azar (DCA), con una probabilidad estadística del 5%.

#### **3.6.1 Variables a medir**

##### **3.6.1.1 Independientes**

T0= testigo, T1=pH 5 ácido acético 6ml x 1 litro de agua, y T2= pH 6 ácido acético 3ml x 1 litro de agua

##### **3.6.1.2 Dependientes**

Ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, uniformidad, índice conversión alimenticia, y conteo bacteriano.

### **3.7 Metodología socioeconómica**

La relación beneficio/costo se analizó para todos los tratamientos en estudio, por lo tanto, se procedió a hacer análisis económico mediante la relación beneficio – costo.

El costo-beneficio, también es conocido como índice neto de rentabilidad y su valor se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos Totales Netos o beneficios netos entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 Análisis de parámetros zootécnicos.

##### 4.1.1 Consumo diario de alimento por semana (g).

El consumo de alimento fue similar para los tratamientos de este estudio, mostrando una diferencia a partir de la tercera semana, siendo el tratamiento dos (pH 6), el que mostró mayor consumo de alimento, con un valor promedio final de 1.635 g al día 42 de vida de los pollos (Figura 2). Las dosis de ácido acético con pH5, pH 6, y testigo no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ); sin embargo, al analizar las medias de los tratamientos la dosis de ácido acético con (pH 6), presentó diferencias en el consumo acumulado de alimento con un valor de 1.635 g (Figura 3).

Estos resultados coinciden con Jarrin, (2021) y Vaca (2017) quienes evaluaron la inclusión de ácido acético en el agua de bebida dando como resultado que no existió, significancia estadística entre los tratamientos, sin embargo, hubo una diferencia en los promedios de esta variable siendo el pH 3.8 tratamiento 2 el que obtuvo mejor consumo de alimento.

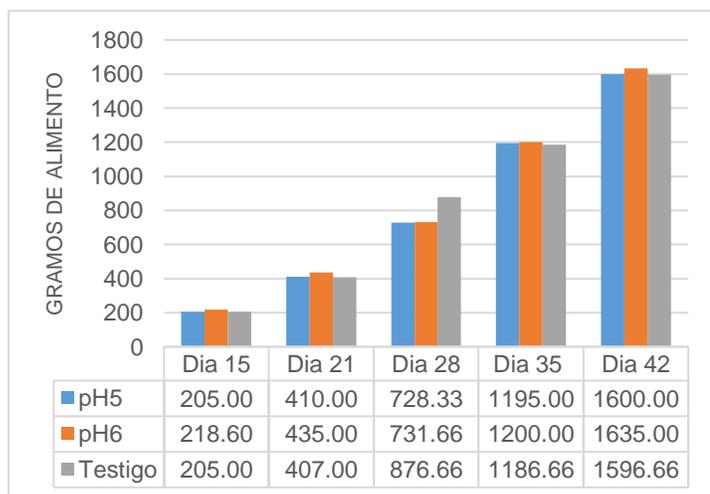


Figura 2. Consumo acumulado por semana

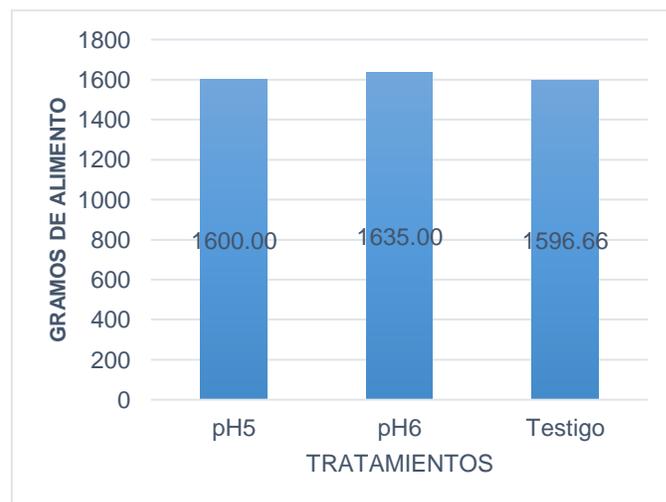


Figura 3. Consumo acumulado día 42 ( $P>0.05$ ) e alimento por semana

#### 4.1.2 Ganancia de peso vivo (g).

La ganancia de peso vivo (GDP) por semana, fue similar para los tratamientos en estudio; a partir de la tercera semana se mostró diferencias, donde el tratamiento dos (pH 6) obtuvo mayores niveles de ganancia, con un peso promedio final de 2,921.67g al día 42 de vida de los pollos (Figura 4); mientras las dosis de ácido acético con pH5 y testigo no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ) (Figura 5). Este resultado probablemente se debió a que la adición de ácido acético ayuda a tener un buen equilibrio en la microbiota intestinal, inhibiendo bacterias dañinas, creando un ambiente favorable para las bacterias ácido lácticas, dando como resultado una buena absorción de nutrientes y por consiguiente una mayor ganancia de peso.

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Lituma (2017) que a pesar que obtuvieron significancia estadística para esta variable, los mejores promedios de ganancia de peso vivo fue el tratamiento T2 con un pH 5,5.

Vaca 2017, no obtuvieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $P>0.05$ ), sin embargo, al evaluar numéricamente el T2 fue quien obtuvo el mejor resultado con un pH 3.5.

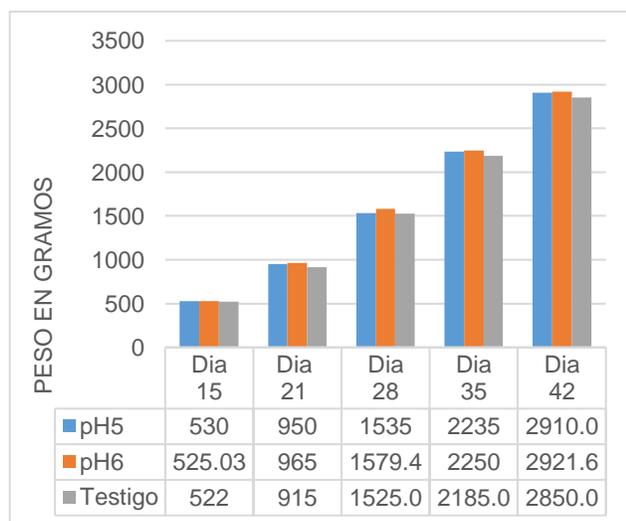


Figura 4. Ganancia de peso vivo por semana

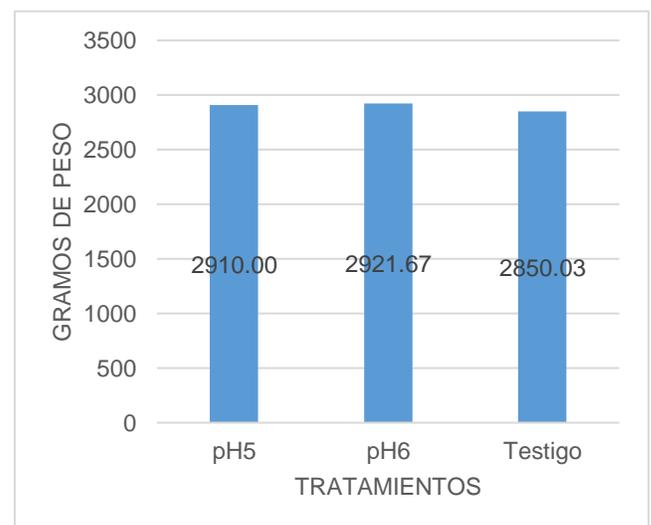


Figura 5. Ganancia de peso vivo día 42 ( $P>0.05$ )

#### 4.1.3 Uniformidad semanal (%)

Respecto a la variable uniformidad (%), durante las primeras seis semanas la uniformidad fue similar para los tratamientos en estudio (figura 6).

Los tratamientos con dosis de ácido acético con pH 5, pH 6 y testigo, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ) (figura 7).

García 2005, No existe diferencia significativa entre ambos grupos. No hay evidencia que el tratamiento afecte el comportamiento de dicho parámetro.

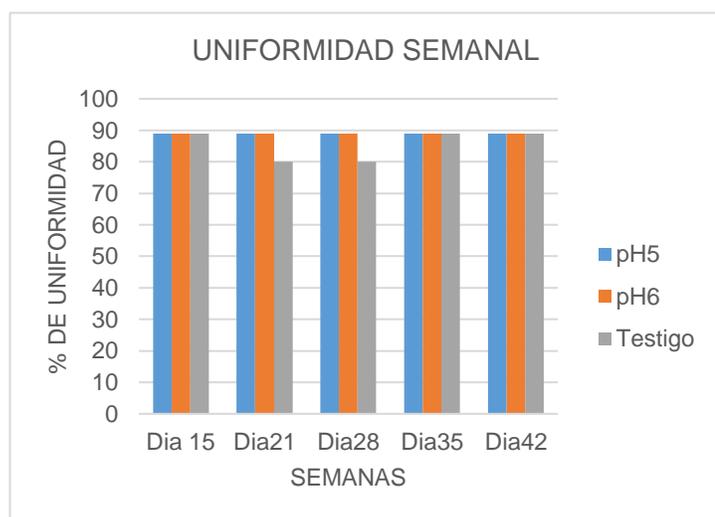


Figura 6 Uniformidad por semana



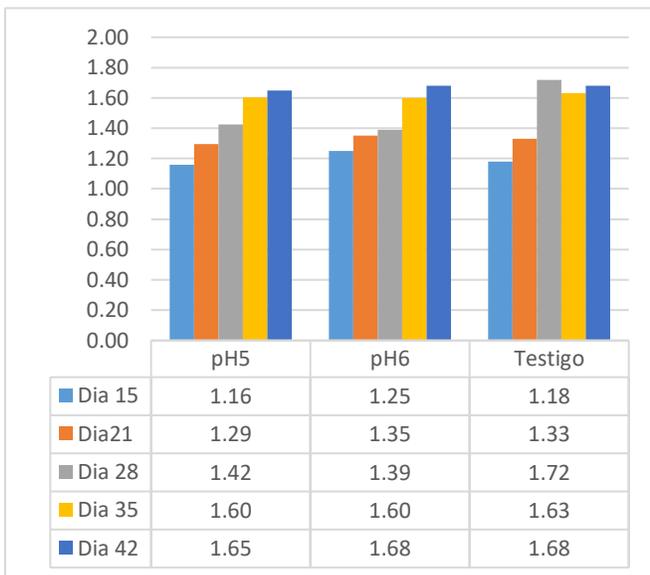
Figura 7 Uniformidad por tratamientos

#### 4.1.4 Índice de conversión alimenticia (ICA)

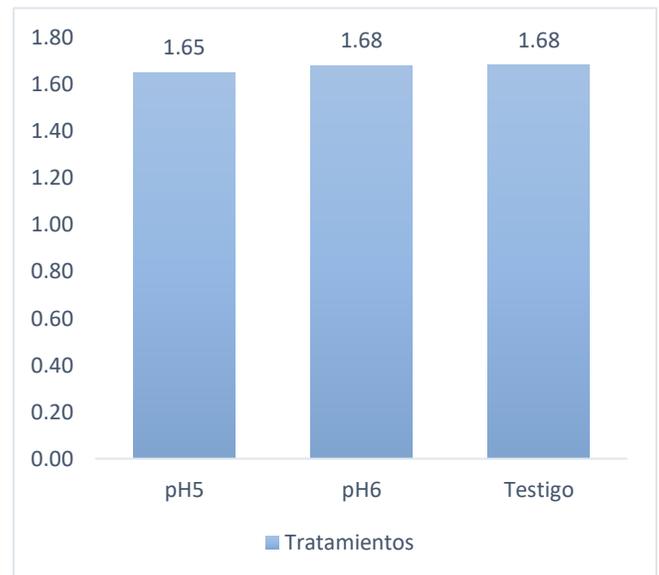
Los resultados de esta variable, fueron similares para los tratamientos en estudio, siendo el tratamiento uno (pH 5) que mostró mayor conversión alimenticia de 1.65 (figura 8) mientras las dosis de ácido acético con pH 5, pH 6, y testigo no presentaron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ). Sin embargo, al analizar las medias de dosis de ácido acético con (pH 5) presentó diferencias en conversión alimenticia con un valor de 1.65 (figura 9). Estos resultados probablemente se debieron a que la adición de ácido acético mejora el estímulo de alimento, ganancia de peso y ayudan a prevenir problemas gastrointestinales, lo que nos da como resultado mejores conversiones alimenticias.

Carvajal 2020 quien en su investigación evaluó dos diferentes dosis de un acidificante en pollos Broiler, encontrándose que Tratamiento 2 con pH 6.5 mejoró notablemente en la conversión alimenticia.

Obando (2018), indica que el uso de ácidos orgánicos posee una influencia positiva ya que poseen una actividad antimicrobiana puesto que si existe una disminución de microorganismo patógenos hay una disponibilidad de energía y nutrientes dietéticos lo cual favorece en su crecimiento y su conversión alimenticia.



**Figura 8. Conversión alimenticia (ICA) semana**

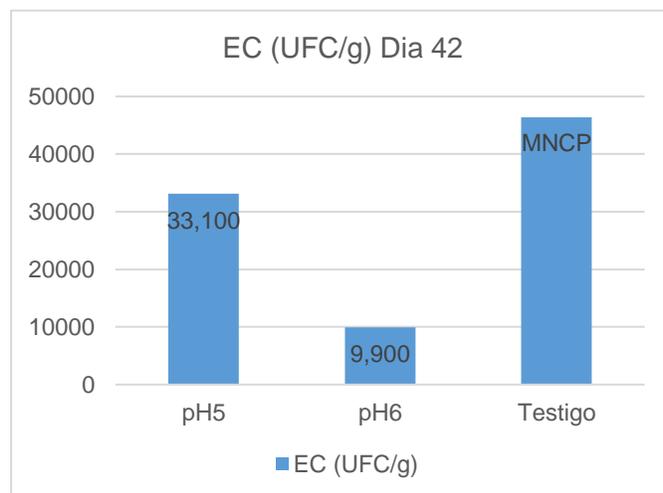


**Figura 9. Conversión alimenticia (ICA) día 42 ( $P > 0.05$ )**

## 4.2 Efecto del ácido acético en microorganismos intestinales de pollos de engorde de la línea Hubbard.

### 4.2.1 Población de *Escherichia Coli* (UFC/g)

En los muestreos realizados al inicio de la investigación, el 50% de las muestras presentaron poblaciones de *E. Coli* en un rango de 950,000 a 2,350,000 (UFC/g), y el resto (50%) presentaron cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC). En los muestreos finales, el tratamiento uno con (pH 5), presentó población de *E. Coli* con un valor promedio de 33,100 (UFC/g), seguido por el tratamiento con pH 6 el cual presentó 9,900 (UFC/g); finalmente el tratamiento testigo mostró MNPC (UFC/g). No se realizaron análisis



**Figura 10.** Efecto de las dosis de ácido acético en la población de *Escherichia Coli* (UFC/g)

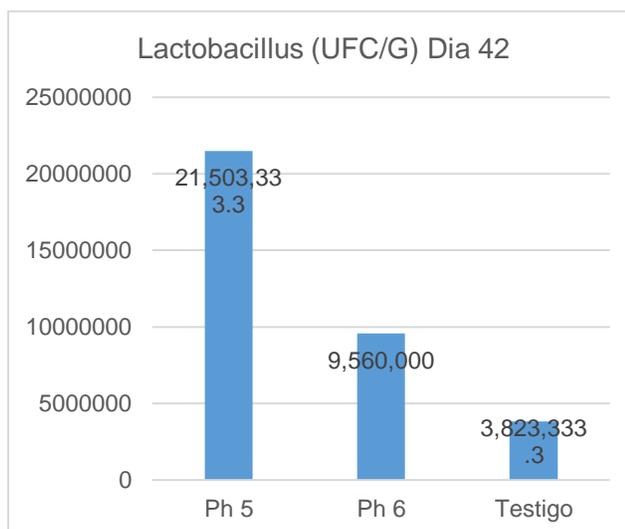
estadísticos porque no todos los valores eran cuantificables UFC/g (MNPC) (Figura 10). Los resultados sugirieron a que las bacterias *E. coli* son sensibles a pH bajos; lo que demuestra que la adición de ácido acético en el agua de bebida es el principal responsable de la inhibición del crecimiento de las bacterias, ya que pueden actuar sobre la germinación, afectando a las proteínas de la bacteria y esto conlleva a mejorar notablemente la digestión, absorción y disponibilidad de nutrientes a nivel intestinal.

Estos resultados coinciden con otros estudios de Obando 2018, en donde obtuvieron disminución de *E.coli* en tratamiento dos pH 3.5 a nivel del contenido duodenal .

Miskiyah *et al.* (2016) indican que el vinagre es efectivo al momento de inhibir el crecimiento de *E. coli*.

#### 4.2.2 Población de *Lactobacillus* spp (UFC/g)

Al inicio de la investigación, el 50% de las muestras presentaron poblaciones de *Lactobacillus* en un rango de 2, 650,000 a 10, 510,000 (UFC/g), y el resto (50%) presentó cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC); mientras que en los muestreos finales, el tratamiento uno con (pH 5) presentó la población de *Lactobacillus* spp, con un valor promedio de 21,503,333 (UFC/g), seguido por el tratamiento con (pH 6), el cual presentó 9,560,000 (UFC/g); finalmente el tratamiento testigo mostró una población con



**Figura 11. Efecto de ácido acético en la población de *Lactobacillus* spp (UFC/g)**

3,823,333 (UFC/g) (Figura 11). Los resultados se deben a que las bacterias ácido lácticas son resistentes a pH bajos; lo que demuestra que la adición de ácido acético en el agua de bebida, incrementa potencialmente las poblaciones de estos organismos, mejorando notablemente la digestión, absorción y disponibilidad de nutrientes a nivel intestinal. Estos resultados son similares a los encontrados por Jin *et al.*, 1998 mostró mayor cantidad de cepas de *Lactobacillus* a pH ácidos pH4 y pH5.

#### 4.3 Análisis económico

Interpretación: El tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto fue el T2 (con adición de ácido acético con pH6) con \$1.40, seguido por el T1 pH5 con \$1.37, el T0 con \$1.37.

Para obtener estos datos se realizó la suma de los costos fijos y los costos variables; y para obtener el costo beneficio, se multiplico el total de pollos por tratamiento, por el peso en canal, por el costo por libra de carne de pollo; y para obtener el costo beneficio se dividió el total del egreso entre los ingresos de los pollos. Esto quiere decir que por cada dólar invertido para el T0 y T1 se obtuvieron unas ganancias de 0.37 ctvs. de dólar, y para el T2 pH 6 se obtuvo una ganancia de 0.40 ctvs de dólar (cuadro 4).

Cuadro 4. Costo beneficio 33 pollos por tratamiento.

Tratamiento	Pollos	kg en canal	Precio kg (USD)	Total (USD)	Costo benéfico (USD)
T0	31	2.63	3.52	286.98	1.37
T1 pH 5	31	2.65	3.52	289.16	1.37
T2 pH 6	31	2.60	3.52	283.71	1.40

## 5. CONCLUSIONES

La adición de ácido acético en el agua de bebida de los pollos de engorde, demuestra tener efectos positivos sobre los parámetros zootécnicos; ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, uniformidad de la parvada y pesos finales.

El ácido acético, demostró tener efectos favorables sobre el crecimiento de bacterias *Lactobacillus* spp.

Económicamente la adición de ácido acético con pH6, demostró tener mejor relación beneficio-costo reflejado en un aumento en el rendimiento económico para los productores y en la disminución de antibióticos en el producto de consumo final.

Se concluyó que la adición de ácido acético en el agua de beber de pollos de engorde no interfiere en la ingesta de agua y en el consumo de alimento.

## 6. RECOMENDACIONES

Basado los resultados de esta investigación, se recomienda el uso del ácido acético en el agua de bebida de pollos de engorde, ya que podría convertirse en una alternativa para eliminar el uso de antibióticos, como promotores de crecimiento en la industria avícola, ya que reduce la población de *E.coli*, permitiendo mejorar el aprovechamiento de nutrientes y ganancia de peso.

Realizar nuevas investigaciones sobre el uso de ácido acético en alimentación avícola, ya que existe una tendencia a nivel mundial, sobre la eliminación del uso de antibióticos como promotores de crecimiento que puedan afectar la microbiota intestinal y a largo plazo la salud humana.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

**Álvarez, A. 2002.** Fisiología comparada de los animales domésticos. (en línea). La Habana: UNAH. Consultado el 22 de oct. 2020. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/fisiologia-animal-basica-carlos-armando-alvarez-diaz-5-pdf-free.html>

**Amit-Romach, E; Sklan, D; Uni, Z. 2004,** Microflora ecology of the chicken intestine using 16S ribosomal DNA primers. (en línea). Poult Sci. 83(7): p. 1093-8. Consultado 20 Oct. 2019. Disponible en: <https://www.vetanco.com/es/wp-content/uploads/sites/3/2017/10/INFLUENCIA-DE-LA-MICROFLORA-SOBRE-LA-SALUD-INTESTINAL-DE-LAS-AVES-1.pdf>

**Anon, R. 1999** complete range of acidifiers. International pig. (en línea). Topics:27. Consultado el 18 de oct. 2019. Disponible en: [http://www.adiveter.com/ftp\\_public/A2270309.pdf](http://www.adiveter.com/ftp_public/A2270309.pdf)

**Arce, J; Martin, R; Roa, M; López, C; Ávila, E; Herrera, J; Cortes, A. 2020.** Empleo de ácidos orgánicos en el agua de bebida y su efecto en el desempeño productivo en pollos de engorde (en línea). Abanico Veterinario, consultado 22 de agosto de 2022. Disponible en: <file:///C:/Users/admin/Desktop/articulos%20cientificos%20de%20tesis/bacillus.pdf>

**AVIAGEN. 2009. Guía de manejo del pollo de engorde.** (en línea), consultado el 7 de octubre 2019. Disponible en: [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf)

**Barroeta, A; Calsamiglia, S; Cepero, R; Lopez-Bote, C; Hernández, JM. 2002.** Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad: (en línea). avances en la nutrición vitamínica de broilers y pavos. España. Editorial Pulso. 208p. consultado el 27 de oct. 2020. Disponible en: <https://www.agricolajerez.com/es/product/optima-nutricion-vitaminica-de-los-animales-para-la-produccion-de-alimentos-de-calidad>

**Benavides, H. 2007.** Propuesta de guía de aplicación de técnicas de microbiología general. (en línea). Licenciatura en química y farmacia. Universidad de El Salvador. El Salvador. Consultado el 3 de febrero 2021. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4768/>

**Bertechini, A. G. 2012.** Niveles de proteína y aminoácidos en avicultura. (en línea). Universidade Federal de Lavras, MG/Brasil. Consultado el 16 agosto 20019. Disponible en: [http://ameveaecuador.org/web\\_antigua/memorias2012/memorias/PROTEINA\\_AMINOACIDOS\\_EN\\_AVICULTURA\\_DR\\_BERTECHINI.pdf](http://ameveaecuador.org/web_antigua/memorias2012/memorias/PROTEINA_AMINOACIDOS_EN_AVICULTURA_DR_BERTECHINI.pdf)

**BCR (Banco Central de Reserva). El Salvador. 2016.** Documento de trabajo 2016- 02. La transformación productiva en el sector agropecuario: una herramienta para el crecimiento económico en el área rural de el Salvador. (en línea). San Salvador. Pag.29-31. Consultado 12 de agosto 2019. Disponible en: <http://aves.com.sv/wpcontent/uploads/2017/12/MAG- Manual-de-Bioseguridad.pdf>.

**Barnes, E.M; Mead, GC; Barnum, DA; Harry, EG. 1972.** The intestinal flora of the chicken in the period 2 to 6 weeks of age, with particular reference to the anaerobic bacteria. British poultry science, (en línea). 13 (3), 311-326. Consultado el 6 de sept. 2020. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071667208415953>

**Cabrera, O. 2014.** El uso de los acidificantes en avicultura. (en línea). Consultado el 22 nov. 2020. Disponible en: <http://agrinews.es/2014/03/18/el-uso-de-los-acidificantes-en-avicultura/>.

**Carvajal, J. 2020.** Evaluación del efecto de dos dosificaciones de un acidificante en pollos broiler, valorando parámetros zootécnicos y carga de patógenos intestinales (*Salmonella spp.*, *Escherichia coli*), en San Juan de Minas.(en línea) Universidad de las Américas. Consultado 02 jul. 2020. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12023/1/UDLA-EC-TMVZ-2020- 17.pdf>

- Chávez, L. 2014.** Evaluación de cepas probióticas (*L. acidophilus*, *L. casei* y *E. faecium*) como inmunomoduladores nutricionales en pollos de engorde. Master en Ciencias Agrarias. (en línea). Medellín. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 19 de agosto 2020. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54593>
- Chávez, LA; López, A; Parra; J. E. 2016.** Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. (en línea). Medellín. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. P 51-52. Consultado el 6 de mayo 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49544737008.pdf>
- Coello, C. L. 2010.** Efecto del uso de los ácidos orgánicos en la nutrición de aves. San José. (en línea)., COSTA RICA. Consultado el 12 de dic 2019. Disponible en: <https://docplayer.es/84215537-Efecto-del-uso-de-los-acidos-organicos-en-la-nutricion-de-aves.html>.
- Cole D; Deal R. 2000.** the effect on performance and bacterial flora acid lactic, propionic, calcium propionate and calcium aceilate in the drinking wáter of weaned pigs. (en línea). Vetrec 83; 459-464. Consultado 15 de febrero 2020. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4880455/>
- Contreras, M.2010.** El sitio avícola.com. (en línea). 28 de agosto 2019. Disponible en: <https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/29617/avestruz-carne-alternativa-en-el-salvador/>
- Delgado, C; San Martin, F; Carcelén, F; Ara, M. 2006.** Efecto de la suplementación de un acidificante microencapsulado en la ración sobre el comportamiento productivo de gorrinos y marranas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 17(2).
- Díaz, M; Cedeño, O. 2017.** Diferentes concentraciones de ácido acético y su influencia en paramentros de salud y productivos de pollos Broiller Cobb 500. (en línea). 2017. Opta al título de Medico Veterinaria., Calceta. Ecuador. Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Mamabi Manuel Felix Lopez. Consultado el 14 de nov. 2019. Disponible en : <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/536/1/TMV110.pdf>.

- Doyle, F; Slesson, S. 2000.** Crecimiento compensatorio de animales de granja. (en línea) Recuperado el 18 de 02 de 2017. Consultado el 25 oct. 2019. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Crecimiento%20Compensatorio.pdf>
- Duran, K; Espinosa, B. 2021.** Influencia del ácido acético (Vinagre) sobre parámetros productivos en pollos Broiler Cobb 500. (en línea) obtener el título de Médico Veterinario, Manta, Ecuador. Uleam Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Consultado 22 de agosto de 2022. Disponible en: <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/3348/3/ULEAM-AGRO-0102.pdf>
- Espinoza, W. 2015.** Evaluar el incremento de peso y conversión alimenticia en pollos Broiler con el uso de ácido acético y orégano como antibacteriano y estimulador del intestino (en línea). Universidad Nacional de Loja. Consultado 30 jun. 2020. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/13976/1/TESIS%20WILDER%20ESP%20%20Arreglado.pdf>
- Englert, SI. 1998.** Nutrição correta-O segredo do sucesso. Avicultura, tudo sobre raças. (en línea). Manejo e nutrição. Porto Alegre, Brasil. 7. Ed.: Editora Agropecuaria. consultado el 18 de abril del 2020. Disponible en: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-072.pdf>
- Edgar, O. 2019.** Animal Feed Science and Technology North Carolina State University Salud intestinal en las aves El Sitio Avícola. (en línea). 2013. Consultado 18 de noviembre 2020. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2463/salud-intestinal-en-las-aves-el-mundo-interior>
- Farrell, D. 2013.** Funcion de las aves de corral en la nutrición humana. RevRevisiónl desarrollo avícola. (en línea) 2013. Queensland, Australia. Consultado 18 de noviembre 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>.

**Ferrer, S. 2000.** Acidificantes en primeras edades de los lechones y aves. (en línea). pag 58-64. Consultado el 23 de nov. 2020. Disponible en: [https://www.adiveter.com/ftp\\_public/A2270309.pdf](https://www.adiveter.com/ftp_public/A2270309.pdf)

**Frizzo LS, Zbrun, MV, Soto, LP. 2011.** Signorini ML. Effects of Probiotics on growth performance in Young calves. (en línea). A metanalysis of randomized controlled trials. Anim Feed Sci Tech. Consultado el 6 de jun. 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840111002860>  
<http://www.exopol.com> (2002)

**García, O. 2005.** Efecto de la exclusión competitiva sobre los parámetros productivos en pollo de engorde de una granja avícola tecnificada de la región central de Guatemala. octubre, 2005. (en línea) Consultado en 02 de oct. 2021. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5387/1/Tesis%20Med.%20Vet%20Omar%20Garc%C3%ADa.pdf>

**Ganewatta, M. S., Rahman, M. A; Tang, C 2017.** Emerging Antimicrobial Research against Superbugs; Perspectives from a polymer Laboratory, Journal of the South Carolina Academy of Science. (en línea). 15(1), 3. Consultado el 19 de oct. 2021. Disponible en : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5739084/>

**Gibson, GR; Roberfroid, MB. 1995.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics (en línea). J. Nutr., 125: 1401-1412. Consultado el 25 de nov. 2019. Disponible en: <https://academic.oup.com/jn/article-abstract/125/6/1401/4730723>

**Hubbard.05-2016.broiler guía de manejo crecimiento rapido.** (en línea). Pikeville USA. Consultado el 12 de nov. 2020. Disponible en: [https://www.hubbardbreeders.com/media/20171124\\_Ir\\_broiler\\_guia\\_de\\_manejo\\_broiler\\_crecimiento\\_rapido\\_es\\_005359700\\_1633\\_24112017.pdf](https://www.hubbardbreeders.com/media/20171124_Ir_broiler_guia_de_manejo_broiler_crecimiento_rapido_es_005359700_1633_24112017.pdf)

**Jarrin, Y. 2021.** Efecto del vinagre de manzana sobre los índices productivos y pH instestinal en pollos de engorde. En el cantón Cevallos (en línea). Tesis Lic. Cevallos Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, consultado el

22 de agosto de 2022. Disponible en:  
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34192/1/Tesis%20201%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-Melissa%20Jarrin.pdf>

**JIN, LZ; Ho YW; Abdullah N; Jalaludin, S. 1998.** Acid and bile tolerance of lactobacillus isolated from chicken intestine. *Letter Applied Microbiology*. (en línea)27(3):183-185. ISSN: 3255- 8254. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.1998.00405.x>

**Krishan, G; Narang, A. 2014.** Feed Acidifiers As Natural Growth Promoters in Poultry Feed. (en línea). *International Journal of Livestock Research* ISSN, 4(7). Consultado el 21 de nov. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.5455/ijlr.20140623100225>

**Lazo, J. 2016.** Evaluación de la conversión alimenticia en pollos Broiler mediante la inclusión de harinas de origen animal como proteína base. (en línea). Tesis Lic. Universidad politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Consultado 18 de Oct. 2019. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12165/1/UPS-CT006107.pdf>

**Lituma, S. 2017.** Evaluación de la conversión alimenticia utilizando ácidos orgánicos al agua en pollos de engorde. (en línea) Trabajo experimental. Médico Veterinario. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Consultado 22 de agosto 2022. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14670/1/UPS-CT007206.pdf>

**López, M. 2020.** Uso de alternativas vía agua de bebida para el control de enterobacterias en avicultura. (en línea). *Tronw Nutrition LATAM*. Consultado 15 de noviembre 2020. Disponible en :<https://trouwnutritionlatam.com/2020/07/06/uso-de-alternativas-via-agua-de-bebida-para-el-control-de-enterobacterias-en-avicultura/>

**Miskiyah, J; Juniawait; Andriani. 2016.** Ihibition of Escherichia coli O157:H7 contamination on Chicken meat by natural vinegar prepared from banana peel and coconut water. (en línea). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 41(1):21-27. Consultado: 5 abr 2021. Disponible en: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jitaa/article/view/10092>

**Mínguez, J..2005.** La formulación magistral en la escalera analgésica de la OMS como estrategia de la atención farmacéutica. Rev. (en línea) Soc. Esp. Dolor v.12n.4Narón (La Coruña). Consultado el 5 abr 2021. Disponible en : <https://scielo.isciii.es/pdf/dolor/v12n4/colaboracion.pdf>

**Murarolli, R. A. 2007.** Efeitos de diferentes relações dietéticas de energia metabolizable: proteína bruta e do peso inicial de pintos sobre o desempenho e o rendimento de carcaça em frangos de corte: I machos; II fêmeas. (Dissertação). (en línea). Universidade de São Paulo. Pirassununga. Brasil. Consultado el 4 de jun. 2020. Disponible en: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-15062007142111/publico/Rafael\\_Azevedo\\_Murarolli.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-15062007142111/publico/Rafael_Azevedo_Murarolli.pdf)

**Obando, K. 2018.** Efecto de la acidificación del agua con una combinación sinérgica de ácido fórmico, ácido acético, cobre y formiato de amonio sobre los parámetros zootécnicos de pollos de engorde (en línea). Universidad Central del Ecuador. Consultado 02 abril 2021. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17575/1/T-UCE-0014-MVE003-P.pdf>

**Ortiz, N; Segovia, M; Morazán, F. 2010.** Uso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en estado fresco, como complemento proteico en la alimentación de pollos de engorde, a diferentes porcentajes en la ración en el municipio y departamento de San Vicente, El Salvador, C.A. (en línea). Tesis Ing. San Salvador, El Salvador. UES. Consultado el 29 de mar. 2020. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

**Pan, D; Yu, Z. 2014.** Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. Gut microbes, (en línea). 5(1), 108-119. Consultado el 21 de jul. 2020. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4049927/>

**Parra R. 2010.** Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. (en línea). Rev Bio Agro 8: 93-105. Consultado el 11 de nov. 2020. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/724>

- Penz Jr., A: M; Vieira, S.L. 2000.** Broiler pre-starter Formulation. Proc. (en línea). Arkansas Nutr. Conf., September 12-14, Fayetteville, Arkansas, 21 pag. Consultado el 22 de ago. 2020. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982011001000020](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982011001000020)
- Pérez Vásquez, G; Bañuelos Zagayos, A. 2018.** Ventajas en el uso de Ácidos Grasos en la producción de Alimento para aves. (en línea). BM México. Consultado el 8 mayo del 2020. Disponible en: <https://bmeditores.mx/avicultura/ventajas-en-el-uso-de-acidos-grasos-en-la-produccion-de-alimento-para-aves-1649/>
- Polycarpo, GV; Andretta, I; Kipper, M; Cruz-Polycarpo, VC; Dadalt, JC; Rodríguez, PH; Albuquerque, R. 2017.** Meta-analytic study of organic acids as an alternative performance-enhancing feed additive to antibiotics for broiler chickens. (en línea). Poultry Science, 96(November), 3645–3653. Consultado 23 may 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps/pex178>.
- Philipsen, LJ. 2006.** Acidifying drinking water supports performance. (en línea). World Poultry. Vol. 22 No. 5 – 2006. Pág. 20. Consultado el 11 de mar. 2020. Disponible en : <https://edepot.wur.nl/9111>
- Raffino, ME. 2019** Concepto de Ácido Acético. (en línea). Argentina. consultado el 11 de dic. 2020. Disponible en: <https://concepto.de/acido-acetico/#ixzz6BACxAwfJ>
- Rahmani, H; Speer, W; Modirsanei, M. 2005.** The PH on Broiler oerdinabce and ummunity. Proceedings of 15th European Symposium on Poultry Nutricion, Balatonfured, (en línea). Netheriands Raleigh, NC, 27695-7608, USA (25-29 Sept), 338-340. Consultdo el 15 de oct. 2020. Disponible en:<https://cabdirect.org/cabdirect/abstract/20073279610>.
- Ricke, S. C. 2003.** Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials: In Poultry Science. (en línea). (Vol. 82, pp. 632–639). Consultado el 12 de ago. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ps/82.4.632>

- Rodríguez, J. 2004.** Integridad Intestinal de pollo de engorde. (en línea). Pag.3. Consultado el 19 de nov. 2020. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/123456789/2504/7/M000203.pdf>
- Rubio, J. 2005.** Suministro de agua de calidad en las granjas de broilers. Selecciones avícolas y cunicultura. (en línea). Consultado el 24 de sept. 2020. Disponible en: [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/19\\_03\\_39\\_11-suministro\\_de\\_agua.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/19_03_39_11-suministro_de_agua.pdf)
- Salehi ZT; Bonab FS. 2006.**Antibiotics susceptibility pattern of Escherichia coli strains isolated from chickens with colisepticemia in Tabriz Province, Iran. (en línea). Int. J. Poultry Sci. 2006; 5 (7): 677- 684. Consultado el 10 de feb. 2020. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.533.6792&rep=rep1&type=pdf>
- Shivaprasad, 2000.** HL Aves tifoideas y enfermedad del pulmón. (en línea). p.405-424, 2000. Consultado 13 marzo 2020. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10935271>
- Sparks, N. 2010.** El sistema de suministro de agua en la infección y control del *Campylobacter* en pollos. (en línea). Selecciones avícolas. Consultado el marzo 2020. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2010/02/el-sistema-de-suministro-de-agua-en-la-infeccion-y-control-de-campylobacter-en-pollos-i>
- Swensson, M. 1999.** The digestive system. In: The domestic animal physiology. (en línea). Consultado el 5 de oct. 2019. Disponible en: <https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43893669/PDF>
- TEC (Instituto Tecnológico de Costa Rica). 2006.** Análisis del rendimiento de productivo de las líneas de pollos de engorde Hubbard®. (en línea). San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Consultado el 3 de abril 2021. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5899>
- Vaca, A. 2017.** Efecto del tratamiento (ácidos orgánicos) en agua de bebida durante la fase de engorde en pollos Broiler (en línea). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado 02 de abril 2021. Disponible en <https://repositorio.uteg.edu.ec/bitstream/43000/2078/1/T-UTEQ-0065.pd>

**Van Kol, M 1998.** Alternative to growth promoters international topics 27. (en línea). Consultado el 27 de junio 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5159e/y5159e08.htm>

**Walsh, C. P. 2013.** Protein. Salem Press Encyclopedia Of Science. (en línea).consultado el 23 jun. 2020. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60947778/Carl\\_W.\\_Hoagstrom\\_Magills\\_Encycloedia\\_of\\_animal\\_20191018-84944-1etx5c5-with\\_coverpage.pdf?Expires=1620270590&Signature=ENMo88wciqm0Aelx3lungWo6RArIOqOixbzBbIPpbHEH3kZlaJzFwsGLIUt98xRRQ9MjAfi2d00hjMYIxBd6u1qW6eKRDFY~d39UplUegRDieEhd0i3VFypqusNMM1cfalx9wO1Yjx~Bk4ZaLTlfzwwj9c0DYb~hq1Cha3LEWPWTJai2MQRNJI80KZ0RpoW5jMlq3M3UICuGOe1ELEgCikCMo3FqABS94M0x~62udAC0fslihn6yNQuSfsQ2SxVjHsBmaOaNbXpYbVqNVhzJWU7b6Jvu8RAjgYF7sSziicaj6Sqp~yDfec27WXuE~jt3bA3~WG4W2rBAd9ds8VVzQ\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60947778/Carl_W._Hoagstrom_Magills_Encycloedia_of_animal_20191018-84944-1etx5c5-with_coverpage.pdf?Expires=1620270590&Signature=ENMo88wciqm0Aelx3lungWo6RArIOqOixbzBbIPpbHEH3kZlaJzFwsGLIUt98xRRQ9MjAfi2d00hjMYIxBd6u1qW6eKRDFY~d39UplUegRDieEhd0i3VFypqusNMM1cfalx9wO1Yjx~Bk4ZaLTlfzwwj9c0DYb~hq1Cha3LEWPWTJai2MQRNJI80KZ0RpoW5jMlq3M3UICuGOe1ELEgCikCMo3FqABS94M0x~62udAC0fslihn6yNQuSfsQ2SxVjHsBmaOaNbXpYbVqNVhzJWU7b6Jvu8RAjgYF7sSziicaj6Sqp~yDfec27WXuE~jt3bA3~WG4W2rBAd9ds8VVzQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

**Xu, J; Gordon, JI. 2003.** Honor thy symbionts. Proceedings of the National Academy of Sciences, (en línea). 100(18), 10452-10459. Consultado el 10 de sept. 2020. Disponible en: <https://www.pnas.org/content/100/18/10452>

**Zhao S; Maurer JJ; Hubert S. 2005.** Antimicrobial susceptibility and molecular characterization of avian pathogenic Escherichia coli isolates. (en línea). Vet. Microbiol. 2005; 107: 215–224. Consultado el 8 de jul. 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113505000416>

**Zhicay, C. 2016.** Evaluación de la ración alimenticia controlada en horas en pollos parrilleros. (en línea). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca Ecuador. Consultado el 5 de mayo 2020. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13482/1/UPS-CT006890.pdf>

## 8 Anexos

Cuadro A-1. Costos fijos (USD).

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO USD	TOTAL USD
GALERA			50.00
CUBETAS	3	4.00	12.00
POLLOS	100	0.8	80.00
COMEDEROS	9	5.00	45.00
BEBEDEROS NIPLE	9	3.60	32.40
FOCOS TERMICOS	2	1.00	2.00
GRANZA	6	2.50	15.00
MANGUERA	3	1.10	3.30
BALANZA	1	25.00	25.00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>264.70</b>

Cuadro A-2. Costos variables

COSTOS VARIABLES						
PRODUCTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD USD	T0 USD	T1 pH5 USD	T2 pH6 USD
CONCENTRADO	Libra	348	0.32	111.40		
		348.90	0.32		111.64	
		356.52	0.32			114.08
VACUNA	Frasco	2	4.00	8.00	8.00	8.00
ELECTROLITOS Y MINIRALES	Sobre	1	3.00	3.00	3.00	3.00
AGUA	ml	100	3.00	3.00	3.00	3.00
ACIDO ACETICO	L	0	0.86	0.00		
		0.523			0.45	
		1.02				0.88
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>				<b>125.4</b>	<b>125.64</b>	<b>128.80</b>

**Cuadro A-3. Costo por tratamientos por 33 pollos (USD)**

TRATAMIENTOS	COSTO FIJO USD	COSTOS VARIABLES USD	Total Costo fijo + Costo variable USD
To	269.70	125.40	395
T1 pH 5	269.70	125.64	395.34
T2 pH 6	269.70	128.80	398.50

**Cuadro A-4. Costo beneficio por 33 pollos (USD)**

Tratamiento	Pollos	kg en canal	Precio kg	Total USD	Costo benéfico USD
To	31	2.63	3.52	286.98	1.37
T1 pH 5	31	2.65	3.52	289.16	1.37
T2 pH 6	31	2.60	3.52	283.71	1.40

**Cuadro A-5. Consumo de agua ml T2/ pH6**

DIA	T2 ml de agua	AA/ml	RESIDUO DE AGUA ml	CONSUMO TOTAL ml
15	10,000	26	5,500	4,526
16	10,000	26	5,500	4,526
17	10,000	24	3,000	7,024
18	10,000	26	2,500	7,526
19	10,000	23	2,000	8,023
20	10,000	25	1,000	9,025
21	10,000	18	3,500	6,518
22	10,000	20	2,000	8,020
23	10,000	22	2,000	8,022
24	10,000	20	2,000	8,020
32	12,000	22	3,000	9,022
33	12,000	23	2,500	9,523
34	12,000	26	3,000	9,026
35	12,000	30	3,000	9,030
36	12,000	32	3,000	9,032
37	12,000	33	3,000	9,033
38	12,000	30	3,000	9,030
39	12,000	32	2,500	9,532
40	12,000	32	3,000	9,032
41	12,000	33	3,000	9,033
	220,000			

**Cuadro A-6. Consumo de agua ml T1/pH5.**

DIA	T1 ml agua	AA/ml	RESIDUO DE AGUA ml	CONSUMO TOTAL ml
15	10,000	55	5,500	4,555
16	10,000	55	5,500	4,555
17	10,000	45	3,000	7,045
18	10,000	50	2,000	8,050
19	10,000	41	4,000	6,041
20	10,000	41	2,000	8,041
21	10,000	36	2,000	8,036
22	10,000	40	3,000	7,040
23	10,000	43	3,000	7,043
24	10,000	40	2,500	7,540
32	12,000	40	3,000	9,040
33	12,000	46	2,500	9,546
34	12,000	50	2,500	9,550
35	12,000	61	2,500	9,561
36	12,000	60	3,000	9,060
37	12,000	62	2,500	9,562
38	12,000	61	3,000	9,061
39	12,000	65	3,000	9,065
40	12,000	64	3,000	9,064
41	12,000	65	3,000	9,065
	220000	1020		

**Cuadro A-7. Matriz resumen de consumo diario de alimentos en gramos**

Fecha		Día 15	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42
Tratamiento	Repetición	CDA	CDA	CDA	CDA	CDA
pH5	1	205.00	410.00	728.33	1195.00	1600.00
pH5	2	205.00	410.00	728.33	1195.00	1600.00
pH5	3	205.00	410.00	728.33	1195.00	1600.00
pH6	1	218.60	435.00	731.66	1200.00	1635.00
pH6	2	218.60	435.00	731.66	1200.00	1635.00
pH6	3	218.60	435.00	731.66	1200.00	1635.00
Testigo	1	205.00	407.00	876.66	1186.66	1596.66
Testigo	2	205.00	407.00	876.66	1186.66	1596.66
Testigo	3	205.00	407.00	876.66	1186.66	1596.66

**Cuadro A-8. Análisis de varianza GDP día 42 (p>0.05)**

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,50	7	0,79	1,57	0,5488
GDP	5,50	7	0,79	1,57	0,5488
Error	0,50	1	0,50		
Total	6,00	8			

**Cuadro A-10. Cuadro análisis de varianza CDA día 42 (p>0.05)**

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
CDA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	6,00	6	1,00		
Total	6,00	8			

**Cuadro A-9. Cuadro análisis de varianza CDA día 42 (p 0.05)**

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Uniformidad	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Error	6,00	7	0,86		
Total	6,00	8			

**Cuadro A-11. Cuadro análisis de varianza ICA día 42 (p 0.05)**

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ICA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	6,00	6	1,00		
Total	6,00	8			

**Cuadro A-12. Matriz resumen de ganancia diaria de peso en gramos.**

Fecha		Día 15	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42
Tratamiento	Repetición	GDP	GDP	GDP	GDP	GDP
pH5	1	538.30	948.30	1465.00	2236.70	2880.00
pH5	2	530.00	911.70	1586.70	2203.30	2995.00
pH5	3	521.70	990.00	1553.30	2265.00	2855.00
pH6	1	526.70	941.70	1583.30	2265.00	2995.00
pH6	2	511.70	968.30	1521.70	2283.30	2930.00
pH6	3	536.70	985.00	1633.30	2201.70	2840.00
Testigo	1	523.30	875.00	1466.70	2166.70	2856.70
Testigo	2	539.70	933.30	1553.30	2138.30	2771.70
Testigo	3	503.00	936.70	1555.00	2250.00	2921.70

**(P>0.05)****Cuadro A-13. Matriz resumen de conversión alimenticia (P 0.05).**

Fecha		Día 15	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42
Tratamiento	Repetición	CA	CA	CA	CA	CA
pH5	1	1.14	1.29	1.42	1.61	1.71
pH5	2	1.14	1.29	1.42	1.61	1.71
pH5	3	1.14	1.29	1.42	1.61	1.71
pH6	1	1.17	1.26	1.40	1.53	1.65
pH6	2	1.17	1.26	1.40	1.53	1.65
pH6	3	1.17	1.26	1.40	1.53	1.65
Testigo	1	1.29	1.31	1.42	1.63	1.74
Testigo	2	1.29	1.31	1.42	1.63	1.74
Testigo	3	1.29	1.31	1.42	1.63	1.74

**(P>0.05)**

Cuadro A-14. Matriz resumen de uniformidad (P 0.05)

Fecha		Dia 15	Dia21	Dia28	Dia35	Dia42
Tratamiento	Repetición	Uniformidad	Uniformidad	Uniformidad	Uniformidad	Uniformidad
pH5	1	88.89	88.90	88.89	88.89	88.89
pH5	2	88.89	88.90	88.89	88.89	88.89
pH5	3	88.89	88.90	88.89	88.89	88.89
pH6	1	88.89	88.90	88.89	88.89	88.89
pH6	2	88.89	88.90	88.89	88.89	88.89
pH6	3	88.89	88.90	88.89	88.89	88.89
Testigo	1	88.89	80.00	80.00	88.89	88.89
Testigo	2	88.89	80.00	80.00	88.89	88.89
Testigo	3	88.89	80.00	80.00	88.89	88.89



Figura. A-1. Construcción de Galeras



Figura. A-2. Instalación de Niple



Figura. A-3. Bebederos



Figura. A-4. Comederos



Figura. A-5. Recepción de Vacunas



Figura. A-6. Recepción de Pollos



Figura. A-7. Distribución de tratamientos



Figura. A-8. Toma de temperatura y humedad

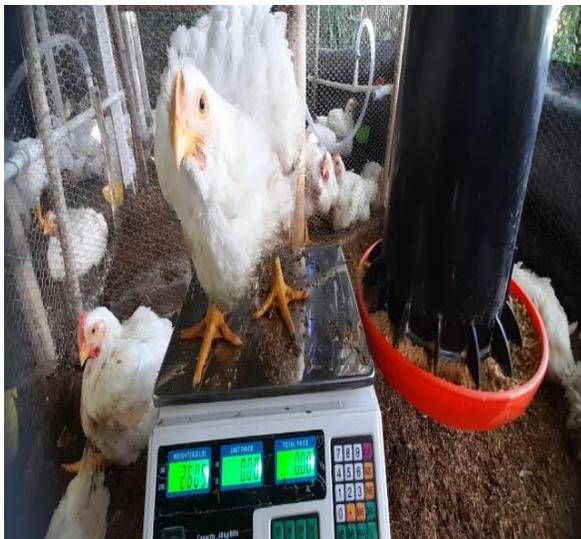


Figura. A-9. Toma de peso



Figura. A-10. Peachimetro



Figura. A-11. . Consumo de agua



Figura. A-12. Medición de ácido acético en agua



Figura. A-13. Toma de Muestra de heces



Figura. A-14. Muestra



Figura. A-15. Pruebas de laboratorio



Figura. A-16. Tesistas mostrando su lugar de proyecto



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
 DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



## REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ID folio: -01

**NOMBRE DE LA MUESTRA:** Heces de aves según tratamiento aplicado.

**SOLICITANTE:** Reyna Hernández de Benítez

**PROCEDENCIA:** Galpón de crianza de aves en Residencial Santorini, San Marcos

**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** 14 de julio de 2021

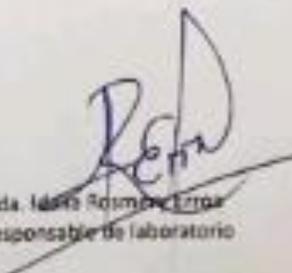
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Recuento de Bacterias Ácido Lácticas y Escherichia coli.

**DESCRIPCIÓN:** Contenido intestinal de aves de raza Hubbard previo a someterlos a los tratamientos.

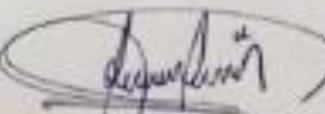
**ANÁLISIS REALIZADO:** Recuento de Bacterias Ácido Lácticas (BAL) y Escherichia coli (EC) por el método de Petrifilm 3M.

CÓDIGO	RESULTADOS	
	EC	BAL
Mx-01	950.000 UFC/g	MNPC*
Mx-02	MNPC*	10.530.000 UFC/g
Mx-03	2.350.000 UFC/g	2.650.000 UFC/g
Mx-04	MNPC	MNPC

\*MNPC: Muy Numerosa Para Contar

  
 Licda. Lidia Rosmeiro Ferraz  
 Responsable de laboratorio



  
 Lic. Juan Antonio Aguero  
 Técnico de laboratorio

Anexo-1. Análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
 DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



## REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ID folio: -06

**NOMBRE DE LA MUESTRA:** Heces de aves según tratamiento aplicado

**SOLICITANTE:** Reyna Hernández de Benitez

**PROCEDENCIA:** Galpón de crianza de aves en Residencial Santorini, San Marcos

**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** 18 de agosto de 2021

**ANÁLISIS SOLICITADO:** Recuento de Bacterias Acido Lácticas y *Escherichia coli*.

**DESCRIPCIÓN:** Contenido intestinal de aves de raza Hubbard

Repetición de análisis de testigo

**ANÁLISIS REALIZADO:** Recuento de Bacterias Acido Lácticas (BAL) y *Escherichia coli* (EC) por el método de Petrifilm 3M.

MUESTRA/CODIGO	RESULTADOS	
	EC	BAL
2°Testigo 01/PT01A-06	7,750 UFC/g	142,500 UFC/g
2°Testigo 02/PT01B-06	MNPC*	MNPC*
2°Testigo 03/PT01C-06	35,000 UFC/g	MNPC*

\*MNPC: Muy Numeroso Para Contar

  
 Lidia Rosamey Erroa  
 Responsable de laboratorio



  
 Lic. Juan Antonio Aguirre  
 Técnico de laboratorio

**Anexo-2. Análisis de laboratorio.**



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
 DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ID folio: -03.

**NOMBRE DE LA MUESTRA:** Heces de aves según tratamiento aplicado

**SOLICITANTE:** Reyna Hernández de Benítez

**PROCEDENCIA:** Galpón de crianza de aves en Residencial Santorri, San Marcos

**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** 16 de agosto de 2021

**ANÁLISIS SOLICITADO:** Recuento de Bacterias Ácido Lácticas y *Escherichia coli*.

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Contenido intestinal de aves

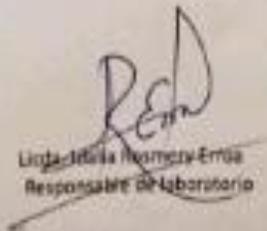
**TRATAMIENTOS APLICADOS:**

Tratamiento 1: Adición de Ácido Acético en agua para generar un pH5

Tratamiento 2: Adición de Ácido Acético en agua para generar un pH 6

**ANÁLISIS REALIZADO:** Recuento de Bacterias Ácido Lácticas (BAL) y *Escherichia coli* (EC) por el método de Petrifilm 3M.

MUESTRA/CÓDIGO	RESULTADOS	
	EC	BAL
Testigo- 01/PT0A-01	1,000 UFC/g	210,000 UFC/g
Testigo- 02/PT0B-01	7,750 UFC/g	6,450,000 UFC/g
Testigo- 03/PT0C-01	1,500 UFC/g	4,810,000 UFC/g
Tratamiento 1- 01/PT1A-01	300 UFC/g	7,690,000 UFC/g
Tratamiento 1- 02/PT1B-01	96,500 UFC/g	4,320,000 UFC/g
Tratamiento 1- 03/PT1C-01	2,500 UFC/g	52,500,000 UFC/g
Tratamiento 2- 01/PT2A-01	5,200 UFC/g	3,340,000 UFC/g
Tratamiento 2- 02/PT2B-01	16,500 UFC/g	3,190,000 UFC/g
Tratamiento 2- 03/PT2C-01	8,000 UFC/g	22,150,000 UFC/g



Linda Jéssica Rosmerly Erro  
Responsable de Laboratorio





Lic. Juan Antonio Aguirre  
Técnico de Laboratorio

**Anexo-3. Análisis de laboratorio: efecto de las dosis de ácido acético en la población de E. coli (*Escherichia coli*) y *Lactobacillus* (UFC/g)**