

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Efecto de la suplementación con Microorganismos de Montaña como probiótico en la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard en parámetros productivos.

Por:

Aguirre Sandoval, Juan Antonio

Herrera Cea, Celin Leonardo

Molina Maravilla, Stefany Michelle

Ciudad Universitaria, abril 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



Efecto de la suplementación con Microorganismos de Montaña como probiótico en la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard en parámetros productivos.

Por:

Aguirre Sandoval, Juan Antonio

Herrera Cea, Celin Leonardo

Molina Maravilla, Stefany Michelle

Requisito para optar al título de:

Licenciado (a) en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Ciudad universitaria, abril 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. Roger Armando Arias Alvarado

SECRETARIO GENERAL

MSc. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

Dr. Francisco Lara Ascencio

SECRETARIO

Ing. Balmore Martínez Sierra

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

F. _____
Ing. MSc. Blanca Eugenia Torres de Ortíz

DOCENTES DIRECTORES

F. _____
Ing. MSc. Blanca Eugenia Torres de Ortíz

F. _____
Ing. Agr. Ever Alexis Martínez Aguilar

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

F. _____
Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

RESUMEN

La investigación se desarrolló en Calle Los Ángeles, Colonia California, Municipio de San Salvador; dicho estudio tuvo una duración de 12 semanas y se desarrolló en el periodo de enero - marzo del año 2020; este consistió en la adición de Microorganismos de Montaña (MM) como probiótico natural a la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard en diferentes porcentajes; se dividió en 4 etapas.

Para la alimentación de los pollos de engorde se colocó 1 comedero por repetición con capacidad de alimentación para 20 aves y se utilizó 1 bebedero de campana por cada repetición, durante todo el ensayo la alimentación como el agua fueron *ad libitum*. En el estudio se utilizaron dos dietas, el concentrado de inicio se ofreció de 1 a 20 días después de nacidos y el concentrado de engorde final se ofreció de los 21 a 42 días.

Por la naturaleza de las unidades experimentales se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un nivel de confianza del 5%. Los resultados del procesamiento de los datos obtenidos no fueron estadísticamente significativos para todas las variables. En referencia al peso vivo, en la sexta semana de estudio el tratamiento T3 presentó los mejores pesos en los tratamientos en estudio (2134.60 g.) seguido del tratamiento T1 (2101.96 g.) T0 (2099.56 g.) y T2 (2055.53 g.) En cuanto a la evaluación de la variable consumo de alimento el tratamiento que tuvo mayor consumo fue el T2 con (1284.00 g) seguido del T3 (1283.96 g), T1 (1283.89 g) y el T0 (1284.39 g); con relación a la variable económica por ave el tratamiento con mayores beneficios económicos fue el T3 con una cantidad de \$4.15 superando al T2 con \$4.08, T1 con \$4.05 y T0 con \$3.94 respectivamente.

Se concluyó que al evaluar el efecto de la suplementación con microorganismos de montaña como probióticos en la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard no hay una mejoría significativa en el desempeño de parámetros productivos.

Palabras claves: microorganismos de montaña, pollos de engorde, línea Hubbard.

Abstract

The investigation was carried out in Calle Los Ángeles, Colonia California, Municipality of San Salvador; This study lasted 12 weeks and was carried out in the period January - March 2020; This consisted of the addition of Mountain Microorganisms (MM) as a natural probiotic to the feeding of broilers of the Hubbard line in different percentages; It was divided into 4 stages.

For the feeding of the broilers, 1 trough was placed per repetition with a feeding capacity for 20 birds and 1 bell trough was used for each repetition, throughout the trial the feeding and the water were ad libitum. Two diets were used in the study, the starter concentrate was offered from 1 to 20 days after birth and the final fattening concentrate was offered from 21 to 42 days.

Due to the nature of the experimental units, a completely randomized design (DCA) was used with a confidence level of 5%. The results of the processing of the data obtained were not statistically significant for all the variables. Regarding live weight, in the sixth week of the study, treatment T3 presented the best weights in the treatments under study (2134.60 g.) Followed by treatment T1 (2101.96 g.) T0 (2099.56 g.) And T2 (2055.53 g.)) Regarding the evaluation of the food consumption variable, the treatment that had the highest consumption was T2 with (1284.00 g) followed by T3 (1283.96 g), T1 (1283.89 g) and T0 (1284.39 g); Regarding the economic variable per bird, the treatment with the highest economic benefits was T3 with an amount of \$ 4.15, surpassing T2 with \$ 4.08, T1 with \$ 4.05 and T3 with \$ 3.94 respectively.

It was concluded that when evaluating the effect of supplementation with mountain microorganisms as probiotics in the feeding of broilers of the Hubbard line, there is no significant improvement in the performance of productive parameters.

Key words: mountain microorganisms, broilers, Hubbard line.

DEDICATORIA

Un especial y mayor agradamamiento a nuestro Dios todo poderoso por permitirnos llegar a esta etapa de nuestras vidas en la que se nos permite culminar este proceso de formación académica, y poder permitirnos seguir formándonos en todos los aspectos de nuestras vidas.

Un especial agradecimiento a nuestra Alma mater la Universidad de El Salvador por ser la formadora de futuros profesionales con ética y capacidad para las exigencias del actual mundo.

Agradecimientos especiales a la Facultad de Ciencias Agronómicas, por ser nuestro segundo hogar en un proceso de aprendizaje, en el que se nos de sarrolla nuestras habilidades físicas como intelectuales para el desarrollo de nuestras carreras.

Agradecimientos especiales a nuestros buenos amigos y asesores: Ing. MSc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz y Ing. Agr. Ever Alexis Martínez Aguilar quienes con sus conocimientos y apoyo nos guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto de investigación para alcanzar los resultados que buscábamos; al Ing. MSc. Enrique Alonso Alas García por su asesoramiento en la formulación del alimento concentrado balanceado en nuestra investigación.

Agradecimientos especiales al Ing. Carlos Alberto Aguirre Castro y al Ing. Juan Gerardo Marroquín Reina por su aportación y asesoramiento en el uso y activación de Microorganismos de Montaña.

Agradecimientos especiales para el Departamento de Protección Vegetal y cada uno de sus miembros que nos brindaron su apoyo a través del laboratorio de Investigación y Diagnóstico que nos permitieron realizar la metodología de la parte laboratorial de nuestra investigación.

Un especial agradecimiento a Agrícola Ganadera Borja – Letona (Hacienda San Ramón) por proporcionarnos los medios, los insumos, los materiales y el asesoramiento para la elaboración del alimento concentrado el cual se utilizó en nuestra investigación.

Dedicatoria

La vida es hermosa porque nos permite equivocarnos y cometer errores y aprender de ellos para superarnos y alcanzar metas que nos permiten crecer en todos los ámbitos de nuestras vidas.

Quiero dar el mayor y más grande agradecimiento a Dios Todopoderoso por todas las oportunidades que ha brindado en mi vida, por permitirme que pueda culminar mis estudios universitarios, al mismo tiempo le pido que nos permita seguir preparándonos para afrontar cada reto que se nos presente.

Seguidamente agradecer a mis padres Juan y Elizabeth, que en todo momento me brindaron su apoyo incondicional, me dan sus consejos en el momento oportuno para que pudiera alcanzar y superar cada meta que me he propuesto.

Agradecer a mis hermanos Laura, Marcelo y Wilber que siempre están prestos a un llamado de ayuda cada vez que los necesite, porque con su ejemplo me han demostrado que las cosas son posibles con la fe en Dios y con paciencia y trabajo contante.

Un Agradecimiento a dos personas muy importantes en mi vida mi esposa Michelle y nuestra hija Agatha que son mi inspiración y mi apoyo para seguir adelante, por las cuales me motivo cada día a emprender cada vez más para superar metas y servir al mismo tiempo de ejemplo como ellas lo han sido para mí.

Quiero agradecer también a mis compañeros de tesis Michelle y Leonardo que superando el simple compromiso de un estudio y terminar un trabajo de grado hemos logrado forjar algo muy bonito llamado amistad.

Agradecer al equipo de docentes que fueron mis tutores es este proceso de Grado a la Ing. Eugenia Ortiz y al Ing. Ever Martínez que nos guiaron con mucho entusiasmo y mucho criterio didáctico científico para que pudiéramos presentar un buen trabajo finalizado

Agradecer a todo el equipo de docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas que fueron parte de nuestro proceso de aprendizaje, en especial al departamento de Medicina Veterinaria que motivaron en mi la pasión de lo que significa ser un verdadero Médico Veterinario, agradecimientos especiales al departamento de Protección Vegetal que me brindaron su apoyo para la realización de la parte de laboratorio de nuestra investigación.

Agradecer a la Universidad de El Salvador por permitirme ser parte de este gran centro de enseñanza y aprendizaje, a la Facultad de Ciencias Agronómicas por permitirme ser su estudiante y forjar en mí el deseo de auto superación intelectual y laboral

Juan Aguirre

DEDICATORIA:

A DIOS TODO PODEROSO por haberme guiado durante todo este trayecto, iluminando mi camino, dándome fortaleza, seguridad y serenidad a pesar de todos los escollos encontrados en esta travesía que le llamamos vida.

A MIS PADRES José Roberto Herrera García y María Concepción Chávez Cea por apoyarme incondicionalmente y tener la confianza en mi, sacrificandose muchas veces con tal que culminará mis estudios.

A MIS HERMANOS Roberto Francisco Herrera y Luz de María Herrera por el apoyo y la ayuda ofrecida a lo largo de mi carrera

A MIS AMIGOS Juan Aguirre y Michelle Maravilla por estar siempre conmigo no solo como compañeros de tesis sino como amigos verdaderos con los cuales pude contar en todo momento de mi carrera.

A AGRÍCOLA GANADERA BORJA LETONA “HACIENDA SAN RAMON” por haber brindado su apoyo con en la elaboración de las raciones alimenticias

Leonardo Herrera

Dedicatoria

A DIOS:

Por guiarme a lo largo de la carrera y permitirme culminarla y convertirme en profesional en Medicina veterinaria y Zootecnia.

A MI MAMI:

Por siempre apoyarme en mi carrera tanto económicamente como emocional y siempre acompañarme en este camino desde el primer día del examen en la Universidad hasta el día que culmino mis estudios. Gracias por apoyarme en todo y siempre darme las herramientas para crecer como persona y profesional.

A MIS ABUELOS

Por apoyarme incondicionalmente tanto económicamente como sentimentalmente y siempre creer en mi como veterinaria.

A MI ESPOSO

Porque desde el primer año de carrera ha sido mi mano derecha en esta aventura y siempre darme las fuerzas cuando más las necesitaba. Gracias por ser mi compañero de desvelos, risas, aventuras, llanto y aprendizaje a lo largo de estos años, aunque no ha sido fácil el camino logramos terminarlo juntos de la mano de Dios. Te amo.

A MI HIJA

Por ser un impulso para seguir adelante y tratar de ser mejor cada día y así darle lo mejor

A MI HERMANA:

Por siempre estar ahí cuando la necesito y apoyarme en mi carrera profesional y confiar en mi como la veterinaria de Mushi.

A LA FAMILIA DE MI PAREJA:

Por apoyarme a lo largo de la carrera y abrirme las puertas de su casa para diferentes actividades que requería la carrera.

A POLO:

Mi perro fiel que fue mi inspiración para estudiar esta hermosa carrera, gracias por llegar a enseñarme el amor por los animales y siempre ser ese perro fiel hasta el final, fuiste mi primer paciente y siempre te recordare como mi polo.

Michelle Maravilla

INDICE GENERAL

RESUMEN	iv
Abstract.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISION DE LITERATURA	1
2.1. Generalidades	1
2.2. Fundamentos socioeconómicos.	2
2.3. Clasificación del ave	3
2.4. Características del pollo de engorde	4
2.5. Necesidades nutritivas de pollos de engorde	4
2.6. Pollos de engorde Hubbard	6
2.7. Alimentación y nutrición de los pollos de engorde	6
2.8. Demanda nutricional de la raza Broiler Hubbard.	7
2.9. Generalidades de los probióticos	10
2.10. Generalidades del uso de probióticos en alimentación animal	10
2.11. Microorganismos de Montaña (MM)	11
2.12. Grupos microbianos que componen los MM	11
2.13. Propiedades de los microorganismos de montaña (MM)	15
3. MATERIALES Y METODOS	15
3.1. Descripción del estudio	15
3.2. Metodología de campo	16
3.3. Metodología de laboratorio	21
3.4. Metodología Estadística	24
3.4.1. Medición de las variables	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
4.1. Peso vivo	26
4.2. Consumo de alimento	27
4.3. Conversión Alimenticia	28
4.4. Peso canal	29
4.5. Análisis Económico.	30
5. CONCLUSIONES.....	32
6. RECOMENDACIONES.....	33
7. BIBLIOGRAFÍA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación taxonómica.....	2
Cuadro 2. Requerimientos Nutricionales en Pollos de Engorde.....	6
Cuadro 3. Requerimientos Nutricionales en Pollos de Engorde.....	10
Cuadro 4: Formulación de concentrado para pollo de engorde con MM.....	19
Cuadro 5: Tratamientos evaluados.....	21
Cuadro 6: Estudio comparativo de costos e ingresos con 20 aves por tratamiento.....	33
Cuadro A.1: resultados de MM en laboratorio.....	45
Cuadro A-2: Homogeneidad de los datos de las variables analizada con la prueba estadística de Barlett.....	46
Cuadro A-3: Variable Peso Vivo Final.....	45
Cuadro A-4: Variable Consumo Total de Alimento.....	45
Cuadro A-5: Ganancia de Peso Total.....	46
Cuadro A-6: Conversión Alimenticia Acumulada.....	46
Cuadro A-7: Peso de Canal.....	46
Cuadro A-8: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks aplicado a los residuos.....	46
Cuadro A-9: Pruebas de normalidad de Bartlett para determinar homogeneidad de varianza.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura1: Pesaje de MM.....	17
Figura 2: Jaulas para el desarrollo de pollos de engorde.....	18
Figura 3: Criadora para el desarrollo de pollos de engorde.....	19
Figura. 4: Preparación de concentrado.....	20
Figura 5. croquis de distribución en campo (jaulas).....	22
Figura 6: Esquema de inoculación de muestra en los diferentes medios de cultivos.....	23
Figura 7: Duplicado 50 μ L en el medio Agar papa dextrosa (PDA).....	23
Figura. 8: Observación macroscópica de hongos.....	24
Figura 9: Observación microscópica de bacterias.....	24
Figura 10: Ganancia de peso vivo.....	27
Figura 11: Consumo de alimentos.....	29
Figura 12: Conversión alimenticia a partir de la segunda semana de vida de las aves.....	30
Figura 13: peso en canal (g), 6 semanas de pollos Hubbard alimentados con diferentes niveles de MM.....	31
Figura 14: Costos e ingresos del estudio de pollos Hubbard alimentados con diferentes niveles de MM.....	33
Figura A-1: construcción de julas.....	41
Figura A-2: mezclado de concentrado con MM.....	41
Figura A-3: vacunación de aves.....	42
Figura A-4: pesaje de aves.....	42
Figura A-5: muestra de microorganismos de montaña y dilución de estos.....	43
Figura A-6: muestra de microorganismos de montaña y dilución.....	43
Figura A-7 unidades experimentales en sus respectivas jaulas.....	44
Figura A-8: sacrificio de las aves.....	44
Figura A-9: pesaje de canal.....	45

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los mercados han venido experimentando un proceso de globalización, lo cual exige que los productores asuman un nivel de eficiencia superior. Aunado a esto, la población mundial se ve en un constante crecimiento, lo que ha llevado a una creciente demanda de alimento, influyendo enormemente en la búsqueda de la eficiencia en las explotaciones avícolas, para abastecer la demanda de alimento (Ruiz 2007).

En El Salvador la explotación avícola es una actividad que involucra a un amplio sector de la población, constituyéndose en fuente generadora tanto de alimentos como de empleo. Ante tal situación, el sector rural y los productores avícolas se han visto en la necesidad de utilizar productos que generen mayores beneficios económicos, haciéndose competitivos, mejorando sus índices productivos al utilizar nueva tecnología que permita aumentar rendimientos o bien disminuir los costos de producción y una alternativa es la utilización de Microorganismos eficientes (AVES 2016).

Los probióticos actualmente se postulan como una alternativa potencial de reemplazo a los antibióticos utilizados como subterapéuticos, a modo de promotores de crecimiento. Su ventaja es que no dejan residuos en la carne del ave, y no generan riesgo de resistencia antibiótica en la microbiota humana. (Blanch 2015)

Los microorganismos están en todas partes de la naturaleza, un grupo de estos microorganismos son denominados microorganismos patógenos el otro grupo de microorganismos que ejercen funciones muy amigables son denominados microorganismos benéficos o eficientes (Martínez *et.al.* 2014). En el grupo de microorganismos eficientes, se encuentran los de montaña que se encuentran de forma natural en distintos ecosistemas donde nunca o al menos por un período de tres años no se ha utilizado ningún tipo de agroquímicos (Rodríguez 2014). Los Microorganismos de Montaña (MM) contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de diez géneros pertenecientes a cuatro grupos de microorganismos: Bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, hongos y levaduras (Higa 2013).

En este estudio se trabajó con pollos de engorde a los que se les adiciono en la dieta MM, los cuales se evaluó efecto de la suplementación con microorganismos de montaña como probióticos en la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard y sobre desempeño en parámetros productivos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades

La avicultura es una actividad de origen artesanal, que a través del tiempo ha evolucionado notablemente para convertirse en un negocio muy rentable, está enfocada directamente a la cría de aves en instalaciones ya sean de madera o concreto y malla en donde se les brinda a las aves las atenciones, para luego obtener sus productos (USAID 2010).

La alimentación animal está compuesta en su mayoría de materias primas vegetales, principalmente cereales y semillas. Una porción de los nutrientes contenidos en la dieta no puede ser digeridos en su totalidad y ser utilizados por monogástricos. Sin embargo, la utilización y digestión del alimento puede ser incrementado por la adición de enzimas exógenas en la alimentación (Schrezenmeir *et al.* 2001).

La carne de pollo es altamente nutritiva, pues contiene mucha proteína de alta calidad, vitaminas, potasio, calcio y fósforo, entre otros componentes y la cantidad de grasa es mínima comparada con otras carnes como la vacuna y porcina. Debido a estos valores es la carne preferida por las personas que cuidan su peso y aquellos que deben restringir su consumo en grasa. La carne de pollo forma parte de una dieta balanceada en la que existe una inmensa variedad de alimentos, necesarios para llevar una vida equilibrada y saludable (USAID 2010).

El concepto ave de corral implica la cría de especies como pollos, gallinas, gallos, patos, gansos, guajolotes o pavos e, incluso palomas, de una forma rústica y familiar, en contraposición a la avicultura, en la que interviene una serie de técnicas orientadas a la producción industrial. La clasificación taxonómica del pollo se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1: Clasificación taxonómica

Reino	Animal
Tipo	Cordados.
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves.
Sub Clase	Neonites (sin dientes)
Súper Orden	Neognates (sin esternón)
Orden	Gallinae
Sub Orden	Galli

Familia	Phasianidae
Género	<i>Gallus</i>
Especie	<i>Gallus</i>
Sinónimo	<i>Gallus</i> <i>gallus</i> <i>domesticus</i>

Fuente: Grupo Océano, s.f

2.2. Fundamentos socioeconómicos.

En el 2016 se produjeron cerca de 1,342 millones de huevos y 300 millones de libras de carne de pollo. El consumo per cápita anual de los salvadoreños rondó las 45.7 libras de pollo y 204 huevos. En 2015 fueron 43.4 libras de pollo y 202 huevos (AVES, 2016).

En América Central, existe una población de aves de patio de 535 millones; en su mayoría, gallinas y pollos ubicados en el área rural; más del 80% de las familias rurales manejan aves de patio. Los sistemas avícolas familiares, rurales y en pequeña escala siguen desempeñando una función esencial para la preservación de los medios de vida en los países en desarrollo al suministrar productos avícolas a las zonas rurales. La producción de aves de corral en pequeña escala seguirá brindando oportunidades de generación de ingresos y de nutrición humana de calidad mientras haya pobreza rural (CATIE, 2015).

La carne y los huevos de aves de corral contribuyen a la nutrición humana al proporcionar proteínas de alta calidad y bajo nivel de grasas, además de ácidos grasos deseables. Los habitantes urbanos y periurbanos en general comen aves de corral criadas en sistemas intensivos, ya sea de producción local o importada, pero existen mercados especializados para las aves de corral y los productos avícolas autóctonos. En las zonas rurales de los países en desarrollo, la mayoría de los hogares consumen carne y huevos de sus propias parvadas, que generalmente son pequeñas, de aves autóctonas (FAO, 2018).

La Agricultura Urbana y Periurbana puede contribuir a la seguridad alimentaria en muchas formas. Aumenta la cantidad de alimentos disponibles para los pobres de las zonas urbanas y aumenta el grado de frescura de los alimentos perecederos que llegan a los consumidores urbanos, incrementando la variedad general y el valor nutritivo de los alimentos disponibles (datos de estudios monográficos indican que tanto la disponibilidad de alimentos como los ingresos de los hogares agrícolas pobres son considerablemente mayores que los de los hogares que no practican la agricultura) (FAO, 1999).

2.3. Clasificación del ave

Aun cuando hay muchas cranzas y variedades diferentes de aves usados en la agricultura, se pueden agrupar en cuatro grupos principales:

- 2.3.1. Ponedoras - Criados principalmente para la producción de huevos, estas gallinas comúnmente pesan alrededor de 1 a 2 kilogramos (kg). Estas son más livianas que los pollos criados para producir carne. Debido a que son más pequeñas, estas gallinas necesitan menos alimento para mantener el peso de su cuerpo, a la vez que ponen tantos o más huevos que las aves grandes. Por lo regular, las ponedoras son comestibles también, después de que han estado produciendo huevos por un año o año y medio. Por lo regular los agricultores no retienen los machos de estas cranzas porque esto toma mucho alimento para aumentar su peso a un nivel fácil de vender (French, 1987).
- 2.3.2. Pollos para carne - Estas aves crecen rápidamente y alcanzan tamaño apto para el comercio después de dos a tres meses. Estas aves se venden mucho antes de alcanzar edad de ponedoras. Para el pollo para carne ser considerado pollo para freír o pollo para asar, dependiendo de su tamaño y edad. Los pollos para carne comúnmente se llaman pollos tiernos para asarse a la parrilla (French; 1987).
- 2.3.3. Pollos de doble aprovechamiento - Estas aves se crían tanto para huevos como para carne. Las hembras de la nueva y mejorada crianza son retenidas para poner huevos mientras que los machos son separados y vendidos para carne tan pronto llegan cerca de las 15 semanas de edad. También, las gallinas de este grupo son vendidas para carne al final de su etapa como ponedoras. Los pollos campestres vagando libres en la mayoría de las villas del mundo pertenecen a este grupo. Por lo regular, es más lucrativo especializarse en ponedoras o aves para carne, ya que estas cranzas de gallinas pueden alcanzar altos niveles de producción. Las aves para carne que pesen 2 kg. o más estarán listas para el mercado en siete a diez semanas. Sin embargo, contrario a los pollos campestres, los que a través de muchos siglos han desarrollado resistencias a muchas enfermedades y han aprendido a cuidarse a ellos mismos, estas nuevas cranzas necesitan el cuido continuo del agrcultor para protegerlos de enfermedades y predadores si es que han de sobrevivir y producir bien (French; 1987).

2.4. Características del pollo de engorde

Toda línea de pollo dedicada a la producción de carne, tiene que reunir ciertas características que permitan obtener altos rendimientos en la producción. Entre estas características están: Elevada supervivencia, crecimiento rápido y uniforme, excelente conversión de alimentos, buen desarrollo corporal, buen rendimiento en canal, línea apta para engorde, sanos, tendencia anticainvalística y facilidad para adquirirlos y el precio (Terranova 2001).

2.5. Necesidades nutritivas de pollos de engorde.

Las raciones para las aves varían de acuerdo con la especie, la edad y el objetivo de la explotación. Los pollos de engorde crecen muy rápido y sus necesidades nutritivas son elevadas en su primera fase de desarrollo. Es importante que los pollos inicien bien su crecimiento lo que exige una ración rica en energía desde el primer día hasta las 6 u 8 semanas de edad. La dieta del pollo debe contener en la cantidad, calidad y proporciones adecuadas; se procura que consuman la mayor cantidad de alimento posible, para crecer rápido y esto resultará en una mejor conversión alimenticia. Entre los nutrientes esenciales se mencionan: proteínas, energía, minerales, vitaminas y agua. Los componentes nutricionales básicos requeridos deben asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular (cuadro 2). Estos componentes son: (Arrué 2007).

2.5.1. **Proteínas.** Es importante saber esto para poder balancear las dietas, tomando en cuenta el contenido de aminoácidos de los ingredientes en las distintas fuentes proteicas y evitando de esta manera una deficiencia de alguno de ellos, en la nutrición de las aves el requerimiento total de proteínas ha sido disminuido proporcionando las cantidades adecuadas de los aminoácidos esenciales (debidamente balanceados) en las dietas, el nivel de proteína total resulta ser de menor importancia. La importancia de las proteínas en la nutrición se demuestra por las numerosas funciones que desarrollan en el organismo animal. Son constituyentes indispensables de todos los tejidos del animal, la sangre, los músculos, las plumas, etc. Constituyen alrededor de la quinta parte del peso del ave y aproximadamente la séptima parte del peso del huevo. (Cuca, s.f)

2.5.2. **Vitaminas** Las vitaminas son importantes e indispensables para un crecimiento normal, la reproducción, conservación de la salud, producción de huevo e incubabilidad, Además, con los descubrimientos de las distintas vitaminas y sus

fuentes, se hace posible criar aves en cualquier época del año, no importando las condiciones climatológicas. (Cuca, s.f)

2.5.3. **Carbohidratos y grasas** Estos nutrientes proporcionan a las aves la energía necesaria para que desarrollen sus funciones, tales como: movimiento de su cuerpo, conservación de la temperatura corporal, producción de grasa, huevo y carne. Una dieta baja en energía hace que se retarde el crecimiento y que la eficiencia alimenticia sea muy pobre. La fuente de energía más económica es la proveniente de los cereales, el maíz, el trigo, la cebada, etc. Las grasas son fuentes más concentradas de energía, pues proporcionan de 2.25—2.50 veces más energía (Cuca, s.f)

Cuadro 2. Requerimientos Nutricionales en Pollos de Engorde.

Edades (semanas)		1 a 7 días	8 a 21 días	22 a 33 días	34 a 42 días	43 a 46 días
Ganancia de peso.	gr/ día	21.1	53.9	89.3	99.7	91.4
Consumo, gr/ día	gr/ día	24.8	75.7	153.6	201.3	209.6
Energía Metabolizable.	Kcal/ kg	2950	3000	3100	3150	3200
Proteína (PB).	%	22.2	20.8	19.5	18	17.3
Calcio.	%	0.92	0.819	0.732	0.638	0.621
Fósforo digestible.	%	0.395	0.343	0.313	0.273	0.266
Aminoácidos Digestibles						
Lisina.	%	1.310	1.174	1.078	1.010	0.936
Metionina.	%	0.511	0.458	0.431	0.404	0.374
Treonina.	%	0.852	0.763	0.701	0.656	0.608
Valina.	%	1.009	0.904	0.841	0.788	0.730

Fuente: (Uculmana *et al.* 2017).

2.6. Pollos de engorde Hubbard

Las principales características de esta raza es su gran tamaño, posee pecho ancho y los machos llegan a un peso promedio de 5 Kg. Los pollos Hubbard, son el resultado de un cruce entre un gallo Cornish Blanco y una gallina Plymouth Rock. Estos pollos se caracterizan por su alta eficiencia y rapidez en su crecimiento inicial (HUBBARD 2018).

Los pollos Hubbard poseen tamaño uniforme, cresta roja, pico fuerte, cuello corto, cuerpo compacto y amplio, patas cortas, fuertes y rectas, muslos con abundante carne, plumaje blanco, rendimiento en la canal del 70%, carne tierna, blanca y de buena digestibilidad. Socialmente es un ave pacífica y no se desplaza grandes distancias dentro del galpón debido al rápido crecimiento de sus masas musculares y a la debilidad de sus patas para sostenerlo (HUBBARD 2018).

2.7. Alimentación y nutrición de los pollos de engorde.

Durante mucho tiempo, la cría de pollos de engorde se ha centrado en mejorar el ritmo de crecimiento, lo que ha dado lugar a unas mayores necesidades de nutrientes de las aves. En consecuencia, los contenidos de aminoácidos en las dietas se han adaptado continuamente, tanto en las tablas de nutrición como en las directrices de los reproductores. Mientras tanto, la producción extensiva de carne de pollo está ganando más interés y cuota de mercado, demandando unas recomendaciones de nutrición para unas aves con una capacidad de crecimiento inferior (Grashorn, 2017)

La forma más conveniente de alimentar pollos de engorde es con una ración balanceada peletizada, la cual está elaborada con materias primas que proporcionan energía, proteínas, vitaminas y suplementos minerales. El alimento se fabrica en pellets para que el ave pueda ingerir más alimento cada vez que come, los pollos comen a pocos y realizan viajes frecuentes al comedero para alimentarse, y esto, requiere energía. El consumo de pellets reduce la cantidad de energía necesaria para que el ave se alimente. La alimentación de los pollos representa el 70% de los costos de producción. Es decir que el alimento balanceado, es el insumo más caro. El alimento concentrado es fabricado con maíz (60% de la formulación y mayor fuente de energía), sorgo y soya, y otros elementos en menor dosis que proporcionan al animal las proteínas, aminoácidos, energía y minerales necesarios para la producción de carne (El Sitio Avícola, 2013).

Así como las fases de crecimiento del pollo de engorde están definidas en cría o iniciación, desarrollo y engorde o finalización, también existe una dieta específica para cada una de

esas etapas. Durante la cría, tiempo comprendido desde el primer día de nacido hasta las tres o cuatro semanas de vida, el pollo consume de 1,100 a 1,300 gramos de concentrado formulado con alto nivel proteico (mínimo 21%). En la fase de engorde o finalización, periodo comprendido desde la cuarta hasta la sexta semana, el pollo consume de 2,600 a 2,700 gramos de concentrado, formulado con mayor porcentaje de energía; estableciendo un promedio de consumo total de concentrado de 3,900 gramos (1,200 gramos en iniciación y 2,700 en la fase de engorde) (El Sitio Avícola, 2013).

2.8. Demanda nutricional de la raza Broiler Hubbard.

Los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde, como lo es la raza Broiler Hubbard se presentan en el cuadro 3.

2.8.1. Energía Metabolizable (EM)

En la evaluación de los alimentos para aves una de las maneras que existe es a partir de su contenido de energía. En la alimentación animal el uso del término energía se refiere a la capacidad de realizar un trabajo, entendiendo el trabajo, biológico, como todo proceso realizado en el animal para crear y mantener su organización esencial. Los alimentos se componen de una mezcla de agua, carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, minerales, ácidos orgánicos entre otros; en principio su contenido absoluto o relativo le confiere características variadas, una de ellas es la de ser origen o fuente de la energía requerida para los procesos digestivos y metabólicos del organismo, donde son transformadas a estados químicos que le facilitan al organismo utilizarlas para mantener todas las actividades vitales y productivas (Agudelo, 2016).

2.8.2. Proteína Bruta (PB)

La proteína ideal puede ser definida como el balance exacto de los aminoácidos, sin deficiencias ni sobras, con el objetivo de satisfacer los requisitos absolutos de todos los aminoácidos para mantenimiento y ganancia máxima de proteína corporal, esto reduce su uso como fuente de energía y disminuye la excreción de nitrógeno. Analizando estas características, los investigadores determinan el perfil ideal de aminoácidos esenciales, considerando la lisina como base para su cálculo. Hay que destacar que las aves no tienen exigencias nutricionales para PB en sí, y sí para cada uno de los Aminoácidos esenciales constituyentes de las proteínas y para una cantidad de nitrógeno amino suficiente para la biosíntesis de Aminoácidos no esenciales (Campos, s.f.).

2.8.3. Macro Minerales (Ca y P)

El Calcio y el Fósforo, constituyen más del 70 por ciento de las cenizas del cuerpo de los monogástricos, el 30% restante lo constituye la materia orgánica y los diversos tipos de colágeno. Más del 99% del calcio y aproximadamente el 80% del fósforo se encuentran en el esqueleto del ave. El calcio cumple funciones importantes en la constricción y relajación de los vasos sanguíneos, coagulación de la sangre, transmisión nerviosa, activación de enzimas y contracción de los músculos; también participa en la permeabilidad de membrana celular, facilita el paso de los nutrientes dentro y fuera de las paredes celulares e influye en la secreción de hormonas. El fósforo es necesario para el crecimiento muscular, es componente principal de ácidos nucleicos y fosfolípidos, es componente y activador de numerosos complejos enzimáticos, mantiene el balance osmótico y el ácido-base, participa en el metabolismo de aminoácidos, interviene en la síntesis de proteína, y es el factor más importante del metabolismo energético al formar parte estructural de la molécula energética conocida como ATP (Uculmana, 2017).

2.8.4. Lisina

La lisina es un Aminoácido (AA) fisiológicamente esencial para mantenimiento, crecimiento y producción de las aves, teniendo como principal función la síntesis de proteína muscular. La lisina ejerce efectos específicos en la composición corporal de los animales, considerando que las exigencias de este AA obedecen a una jerarquía, en que la exigencia para máxima ganancia de peso es menor que para rendimiento de la carne de pechuga que, a su vez, es menor que la exigencia para conversión y, por último, la exigencia para reducción de la deposición de la grasa abdominal. Una información exacta sobre las exigencias de lisina digestible para pollos de engorde es la base inicial para la formulación de alimentos con balance adecuado de AA, ya que la lisina es utilizada como referencia para el perfil de proteína ideal, estableciéndose las cantidades de todos los otros AA como una proporción de su exigencia (Teixeira, 2005).

2.8.5. Metionina

La metionina es el primer AA limitante en alimentos para aves a base de maíz y harina de soja, destacándose por participar en la síntesis de proteína, ser precursora de la cisteína y donadora de radicales metil. En el período de crecimiento las aves utilizan grandes cantidades de AA azufrados, principales limitantes en los alimentos que generalmente son suplementadas con el AA sintéticos. Pollitos de engorde en la fase de 1 a 21 días de edad, mantenidos en ambiente termoneutro, exigen un 0,866% de metionina para mejor respuesta

de ganancia de peso y un 0,898% de metionina para mejores resultados de conversión alimenticia. Para la fase de 22 a 42 días, es recomendable utilizar 0.727% de metionina, para un óptimo desarrollo. (Sá, 2012).

2.8.6. Treonina

La treonina es un aminoácido dietéticamente esencial para el buen desarrollo de las aves. De la misma manera, en los piensos a base de maíz y torta de soja, la treonina es el tercer aminoácido limitante. La treonina es un aminoácido esencial para las aves, siendo encontrada en altas concentraciones en el corazón, en los músculos, el esqueleto y el sistema nervioso central (Teixeira, 2005).

2.8.7. Valina

Valina, es un AA esencial alifático y altamente hidrofóbico, que comparte las mismas enzimas usadas para su degradación y metabolismo. Se denominan AA de cadena ramificada y se encuentran generalmente en el interior de las proteínas, siendo responsables por su estructura tridimensional. La deficiencia moderada reduce la tasa de crecimiento, empeora la conversión y la reducción de los niveles de proteínas esenciales en la sangre. La valina es la formación y deposición de la proteína corporal, que se encuentra en mayor concentración en la musculatura esquelética. En los alimentos de pollos de engorde, principalmente en aquellos a base de maíz y harina de soja, normalmente el nivel de reducción de la PB se limita cuando llega a la exigencia de valina, ya que, dependiendo de los ingredientes utilizados en la formulación, valina se convertirán en el cuarto limitante en los alimentos con reducción de los niveles proteicos. (Sá, 2012).

Cuadro 3. Requerimientos Nutricionales en Pollos de Engorde.

Edades (en días)		1 a 7	8 a 21	22 a 33	34 a 42	43 a 46
Ganancia de peso.	gr/ día	21.1	53.9	89.3	99.7	91.4
Consumo, gr/ día	gr/ día	24.8	75.7	153.6	201.3	209.6
Energía Metabolizable.	Kcal/ kg	2950	3000	3100	3150	3200
Proteína (PB).	%	22.2	20.8	19.5	18.0	17.3
Calcio.	%	0.920	0.819	0.732	0.638	0.621

Fósforo digestible.	%	0.395	0.343	0.313	0.273	0.266
Aminoácidos Digestibles						
Lisina.	%	1.310	1.174	1.078	1.010	0.936
Metionina.	%	0.511	0.458	0.431	0.404	0.374
Treonina.	%	0.852	0.763	0.701	0.656	0.608
Valina.	%	1.009	0.904	0.841	0.788	0.730

Fuente: (Uculmana, 2017)

2.9. Generalidades de los probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen una influencia positiva en la salud y en la fisiología del hospedero (Schrezenmeir 2001). Una forma de actuar de los probióticos para lograr alcanzar un buen estado de salud del individuo, es a través de la resistencia otorgada contra la invasión de microorganismos patógenos, que se logra mediante la generación de sustancias antimicrobianas como ácido láctico y otros ácidos de cadena corta (Marteau *et al.* 2001).

2.10. Generalidades del uso de probióticos en alimentación animal

Una vez que los probióticos son ingeridos ocurren cambios en la microflora intestinal que repercuten positivamente en el estado de salud del pollo de engorde. Es importante resaltar que la flora intestinal es una comunidad interactiva de organismos con funciones específicas para mantener el estado de salud. Esta función es la suma resultante de las diferentes actividades combinadas de los organismos que la conforman como lo son la fermentación de sustratos de la dieta no digeribles y del moco producido por el epitelio con la producción de acetato, propionato y butirato, favoreciendo la recuperación y la absorción de calcio, hierro y magnesio, así como, la síntesis de la vitamina K y de las vitaminas del grupo B. Algunos beneficios incluyen mejora en las enfermedades infecciosas. Estos efectos pueden deberse directa o indirectamente a la regulación de la microflora intestinal o de la respuesta inmunológica (Guarner *et al.* 2002).

2.11. Microorganismos de Montaña (MM)

El uso de la tecnología de microorganismos para la agricultura fué desarrollado en los años 80 por un japonés, el Dr. Teruo Higa y fué ganando popularidad a través de los productos comerciales elaborados en laboratorios, una tecnología para reproducir los microorganismos que viven naturalmente en nuestros bosques (Carrera Aguirre, 2005).

Los microorganismos eficientes constituyen un producto que se comercializa como una mezcla de microorganismos benéficos tales como bacterias ácido lácticas, bacterias fototróficas y levaduras. Estos microorganismos fueron desarrollados hace más de 20 años por el Dr. Teruo Higa, profesor de la Universidad de Ryukyus, Japón, y actualmente su uso está difundido en más de 90 países del mundo (Carrera Aguirre, 2005).

La producción de MM se basa en la colecta de sustratos que estén siendo degradados por microorganismos en ecosistemas silvestres (hojarasca de la montaña) para posteriormente colocarlos en un determinado medio que proporcione una elevada y diversa calidad nutricional para su multiplicación y posterior utilización como inóculo (Pacheco, 2009).

2.12. Grupos microbianos que componen los MM

Los MM se componen de cinco grupos microbianos generales:

2.12.1. Las bacterias ácido lácticas (BAL)

Son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación de alimentos como la leche, carne y vegetales para obtener productos como el yogur, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, bebidas y cervezas, entre otros (Torres, 2015).

Son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos (Soto *et al.*, 2017). Además, las BAL son ácido tolerante pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3, 2; otras a valores tan altos como 9,6; y la mayoría crece a pH entre 4 y 4,5. Estas características le permiten sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no lograrían sobrevivir. Este grupo de bacterias incluye géneros como *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. casei*) *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* (*S. lactis*) y *Pediococcus*, que pueden

ser aisladas a partir de alimentos fermentados, masas ácidas, bebidas, plantas y los tractos respiratorio, intestinal y vaginal de animales homeotérmicos entre otros. (Souza, 2015)

2.12.2. Las bacterias fotosintéticas

Son un grupo de microorganismos representados fundamentalmente por las especies *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*, microorganismos autótrofos facultativos. (Sá, 2012).

Entre las bacterias fotosintéticas que forman parte de los MM, *R. palustris* es una bacteria fototrófica facultativa clasificada como una bacteria púrpura no de azufre. Esta especie es capaz de producir aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, donde todos ellos pueden ser utilizados por microorganismos heterótrofos para su crecimiento (Feijoo, 2016).

Por otra parte, *R. sphaeroides* es una bacteria fotosintética facultativa y Gram negativa. Las células de *R. sphaeroides* pueden vivir tanto en agua dulce como en agua de mar, y formar una película rosada en la superficie de los estanques. Además de la actividad fotosintética, *R. sphaeroides* muestra gran diversidad metabólica que incluyen litotrofismo, respiración aeróbica y anaeróbica, la fijación de nitrógeno y la síntesis de tetrapiroles, clorofilas, hemo y vitamina B12. Muchas cepas de *R. sphaeroides* poseen un flagelo ubicado en el costado del cuerpo celular, pero el flagelo es en realidad peritrico (Feijoo, 2016).

2.12.3. Levaduras

Las levaduras son un grupo microbiano presente en la preparación de los ME capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* conforman esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos. No son capaces de asimilar nitratos ni nitritos (Fayemi y Ojokoh, 2014).

Otros nutrientes requeridos por estos microorganismos es el fósforo que se puede administrar en forma de ácido fosfórico, magnesio (sulfato de magnesio), el calcio, el hierro,

el cobre, el zinc, vitaminas del complejo B. Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobianas a partir de azúcares y de aminoácidos secretados por bacterias fotosintéticas. Producen hormonas y enzimas que pueden ser utilizadas por las BAL. Como parte de su metabolismo fermentativo producen etanol el cual en elevadas concentraciones puede tener actividad antifúngica (Meena y Meena, 2017).

S. cerevisiae es un eucariota unicelular, de forma globular y color verde amarillento. Es un microorganismo quimioorganótrofo, ya que requiere de compuestos orgánicos como fuente de energía y no requiere de luz solar para crecer. Esta levadura es capaz de utilizar diferentes azúcares, siendo la glucosa la fuente de carbono preferida. Esta especie es anaeróbica facultativa, ya que es capaz de crecer en condiciones de deficiencia de oxígeno. Durante esta condición ambiental, la glucosa es convertida en diferentes intermediarios como etanol, CO₂ y glicerol. Esto último se conoce como fermentación alcohólica. El crecimiento de la levadura no es eficiente, sin embargo, es el medio ampliamente utilizado por la industria para fermentar los azúcares presentes en diferentes granos como trigo, cebada y maíz (GAO *et al.*, 2019).

2.12.4. Actinomicetes

Los actinomicetos son bacterias filamentosas con cierta similitud con los hongos. El crecimiento consiste en un micelio ramificado que tiende a fragmentarse en elementos bacterianos. Muchos actinomicetos son de vida libre, particularmente en el suelo. Se destacan por su papel principal en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos. Por ello tienen gran importancia en el compostaje y en la formación de suelos. Algunas especies de actinomicetes pueden ser endófitos en tejidos vegetales. Como componentes de MM *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* son las principales especies de actinomicetes informadas (Vurukonda *et al.*, 2018).

Varias especies de actinomicetos, principalmente las que pertenecen al género *Streptomyces*, son excelentes agentes de control biológico debido a su amplio repertorio para producir compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento micelial de varios hongos fitopatógenos. La actividad antagonista de *Streptomyces* contra hongos patógenos generalmente está relacionada con la producción de compuestos antifúngicos como: enzimas hidrolíticas extracelulares (quitinasas y β -1,3-glucanasa), se consideran enzimas hidrolíticas importantes en la lisis de las paredes celulares de *Fusarium*

oxysporum Schldl., *Sclerotinia minor* Jagger y *Sclerotium rolfsii* Sacc. (Chaurasia *et al.*, 2018).

2.12.5. Hongos fermentadores

Los hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo; además una gran cantidad de los hongos son antagónicos de especies fitopatógenas. Por otro lado, los hongos poseen la capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente, en donde la segunda les permite multiplicarse de forma rápida bajo condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono) y la sexual (esporas) es más común bajo condiciones desfavorables. Los hongos poseen requerimientos relativamente bajos de nitrógeno, lo cual les brinda una ventaja competitiva en la descomposición de materiales como la paja y la madera (Yang *et al.*, 2017).

Dentro de los principales representantes de estos hongos encontramos a las siguientes especies: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp y *Mucor hiemalis* Wehmer. *A. oryzae* es un hongo microscópico, aeróbico y filamentoso. Esta especie ha sido utilizada milenariamente en la cocina china, japonesa y de otros países de Asia Oriental especialmente para fermentar soja y arroz, aunque también se refiere actividad celulolítica. Varias especies del género *Penicillium* son excelentes degradadores de lignina y celulosa, muy comunes en los ecosistemas tropicales por su capacidad de secretar enzimas extracelulares, su adaptación a ambientes ácidos, y al estrés hídrico, su rápido crecimiento (Gendy *et al.*, 2017).

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* sp. se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica. Las especies de *Trichoderma* se encuentran presentes en todas las latitudes, desde las zonas polares hasta la ecuatorial. Esta distribución tan amplia y su plasticidad ecológica están estrechamente relacionadas con la alta capacidad enzimática que poseen para degradar sustratos, un metabolismo versátil y resistencia a inhibidores microbianos. Las especies de *Trichoderma* pueden ejercer diferentes mecanismos biocontroladores como: competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo, la antibiosis y la inducción de resistencia (Horwath, 2017)

2.13. Propiedades de los microorganismos de montaña (MM)

Citando la investigación de FUNDESYRAM 2016, entre las propiedades de los microorganismos de montaña, se pueden mencionar: Descomponen la materia orgánica, compiten con los microorganismos dañinos, reciclan los nutrientes para las plantas, fijan el nitrógeno en el suelo, degradan las sustancias tóxicas, producen sustancias y componentes naturales que mejoran la textura del suelo.

2.13.1. Método artesanal de recolección del inóculo de los microorganismos de montaña

Buscar un bosque natural con zonas protegidas del sol, con humedad relativa promedio a nivel nacional y donde no haya habido intervención de las personas durante años. Separar la primera capa de hojas y materiales caídos de los árboles (2 cm), que todavía no han comenzado su descomposición y recolectar la segunda capa que contiene muchos microorganismos. De las muestras que escogerán, se recomienda descartar las que contengan cepas de color oscuro, debido a que hay mayor materia orgánica descompuesta, pero no existe mayor actividad microbiológica que sirva de inóculo (FUNDESYRAM, 20016)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del estudio

La investigación se desarrolló, en Calle Los Ángeles, Colonia California, Planes de Renderos, Municipio de San Salvador; con las coordenadas 13° 40' 15.816" Latitud Norte y -89° 11' 34.865" Longitud Oeste, a una altitud de 714 msnm, con un clima tropical seco, el estudio tuvo una duración de 12 semanas y se desarrolló en el período de enero - marzo del año 2020; el estudio se dividió en 4 etapas; la primera consistió en la activación y reproducción de MM, dicha etapa tuvo una duración de 4 semanas en total; la segunda etapa consistió la preparación del concentrado y la adición de los MM según los tratamientos en estudio, dicha etapa tuvo una duración de 1 semana; la tercera etapa consistió en la preparación de las instalaciones, en la recepción de las aves y la evaluación del efecto de adicionar MM en la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard la cual tuvo una duración de 6 semanas y la cuarta etapa consistió en el análisis estadístico del estudio, dicha etapa tuvo una duración de 8 semanas.

3.2. Metodología de campo

3.2.1. Preparación de Microorganismo de Montaña

La preparación del cultivo artesanal de MM, tuvo una duración de 30 días. Se realizó en la colonia California, en el departamento de San Salvador en El Salvador. La metodología que se tomó como referencia para la elaboración de la mezcla del cultivo de los MM será la Guía técnica en Producción de Hortalizas No. 4: Microorganismos de Montaña de PROPA-ORIENTE (Proyecto para el Apoyo a Pequeños Agricultores en la Zona Oriental) de El Salvador (CENTA 2010).

Los materiales que se utilizaron en la multiplicación de microorganismos de montaña (MM) fueron: una base madre de microorganismos de montaña los cuales fueron donados por el departamento de protección vegetal de la universidad de El Salvador (figura 1) la cual se mezcló con pulimento de arroz.



Figura 1: pesaje de MM

3.2.2. Mezcla de concentrado y MM

Los MM y el concentrado balanceado se pesaron según el requerimiento de las aves y se sustituyó un porcentaje del concentrado por los MM según el tratamiento a evaluar (5%, 7.5% y 10%), esto se mezcló de manera homogénea y se ofreció a las aves. (figura A-2)

3.2.3. Alimentación (inicio/final) y agua

Para la alimentación de los pollos de engorde se colocó 1 comedero por repetición con capacidad de alimentación para 20 aves y se utilizó 1 bebedero de campana por cada repetición, durante todo el ensayo la alimentación como el agua fueron *ad libitum*.

En el estudio se utilizaron dos dietas (una de inicio hasta la semana 4 de vida y la otra de la semana 4 hasta la semana 7), el concentrado de inicio se ofreció de 1 a 20 días después de nacidos y el concentrado de engorde final se ofreció de los 21 a 42 días.

3.2.4. Preparación del espacio físico:

Los pollos utilizados en el experimento fueron seleccionados completamente al azar, las aves tenían 1 día de nacidos, y eran de la línea Hubbard, ya que el estudio no lo requería dichas unidades experimentales no fueron sexadas. Los pollos se desarrollaron en cuatro (4) jaulas de uso urbano, con cuatro (4) divisiones, con 4.5 metros de largo y 1.15 metros de ancho, diseñadas para aves con un área estimada de 5 aves por m² (Figura 2)

Antes del traslado de los pollos de engorde a las jaulas se limpiaron con agua y desinfectante con 48 horas de anticipación y posteriormente se aplicó una cama de granza de 3-5 cm. Debido a que los pollitos no tenían la capacidad de regular su temperatura corporal durante los primeros 12 a 14 días de edad cada una de las jaulas se precalentó durante 24 horas antes de su llegada con ayuda de la luz que genera calor y la temperatura a la que se mantuvieron las jaulas fue de 30°C/86°F (medidos a la altura del pollo en el área en la que se encuentran el alimento y el agua) (figura 3)

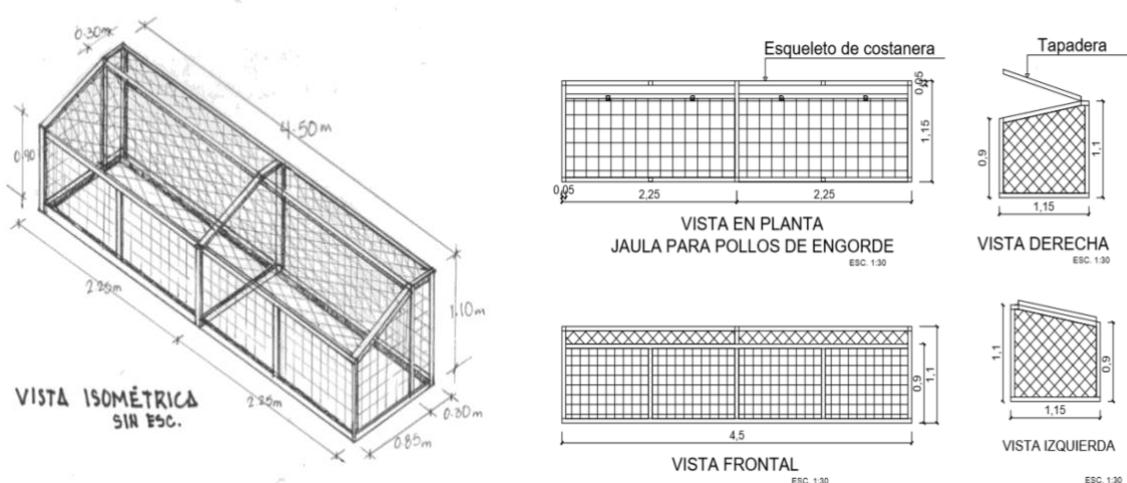


Figura 2 Jaulas para el desarrollo de pollos de engorde



Figura 3: Criadora para el desarrollo de pollos de engorde

En cada jaula se instaló un sistema eléctrico con una fuente de luz o calor con una separación de 2 metros para mantener a los pollos a una temperatura adecuada, a todos los tratamientos se les proporciono un programa de iluminación de 20 horas, dichos focos se colaron a una altura de 1 metro; la altura de estos focos se modificó cada semana para proporcionar una temperatura adecuada y homogénea a la parvada en crecimiento.

Formulación del concentrado:

Las dietas se balancearon utilizando el programa Excel®, para ello se considerarán los requerimientos nutricionales recomendados por Hubbard para su línea de pollos. Dicho concentrado se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4: Formulación de concentrado para pollo de engorde con **MM**

	T0 (0%)		T1 (5%)		T2 (7.5%)		T3 (10%)	
Materia prima	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Pulimento	3.28	6.30	5.00	5.00	7.50	7.50	10.00	10.00
Soya	35.50	30.50	36.00	32.56	36.22	31.10	35.00	30.00
Maíz	37.75	43.75	35.39	39.94	33.33	40.75	34.55	40.97
Melaza	3.50	3.00	3.66	7.47	3.00	6.62	3.00	3.00

Grasa	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Afrecho	10.00	7.50	10.00	6.00	10.00	5.00	7.50	7.00
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Fosfato	0.39	0.15	0.39	0.15	0.39	0.15	0.39	0.15
Carbonato	2.26	1.85	2.26	1.85	2.26	1.85	2.26	1.85
Prem Vit	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Prem Min	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Metionina	0.24	0.16	0.23	0.16	0.23	0.16	0.23	0.16
Lisina	0.33	0.04	0.32	0.12	0.32	0.12	0.32	0.12
Total aporte	100	100	100	100	100	100	100	100

Nota: formula de concentrado ofrecido a los pollos durante las etapas de inicio y final

*El inoculo de MM fue adicionado al pulimento de arroz. Las dosis son proporcionales a la inclusión de pulimento

3.2.5. Preparación de concentrado

Se homogenizaron todas las materias primas necesarias para una dieta balanceada de pollos de engorde según la etapa en la que se encontraban. (figura 3)



Figura 4: Preparación de concentrado.

3.2.6. Manejo sanitario

El manejo sanitario se basó en la vacunación en el día 1 del estudio y a los 15 días, así como en la limpieza de los comederos y bebederos una vez al día evitando así posibles agentes contaminantes, también se colocaron trampas para moscas en el área donde se realizó el estudio ya que las moscas son uno de los agentes que pueden contribuir a enfermedades en los pollos.

La vacuna que se utilizó fue la de Newcastle cepa Lasota por vía ocular. Se realizó limpieza del área de estudio una vez a la semana, evitando así acumulación de residuos o materia orgánica que nos altere la calidad sanitaria del estudio. (Figura A-3)

3.2.7. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron 4 teniendo uno como testigo o nulo (cuadro 5):

Cuadro 5: tratamientos evaluados

T0	100% concentrado para pollo de engorde y 0% de pulimento de arroz con MM
T1	Sustitución de 5% de concentrado por de pulimento de arroz con MM
T2	Sustitución de 7.5% de concentrado por de pulimento de arroz con MM
T3	Sustitución de 10% de concentrado por de pulimento de arroz con MM

Nota: la dosis de MM se incluyó en el pulimento de arroz.

Estos porcentajes fueron retomado con base en estudios similares realizados por López y Carballo (2011), quienes buscaron la suplementación con microorganismos de montaña en pollos de engorde, aumentando el porcentaje de inclusión según la edad del ave, en el estudio se utilizó un solo tratamiento con Microorganismos de Montaña, en el cual se le dio una inclusión al concentrado de los pollos de engorde de un 20 % de 1 - 14 días de nacidos, un 10 % de 15 - 22 días de nacidos y al 5 % en un periodo de 23 - 42 días de nacidos, estos porcentajes complementaban al 100 % del alimento el cual se añadía y se mezclaba cada día para su debido consumo.

3.2.8. Distribución de tratamientos

Los tratamientos fueron cuatro, con dieciséis repeticiones con cinco Unidades Experimentales cada uno, debido a la homogeneidad de las aves (figura 5).

T0= 20	1	2	3	4	T2= 20
	5	6	7	8	
T1= 20	9	10	11	12	T3= 20
	13	14	15	16	

Figura 5. croquis de distribución en campo (jaulas); la ubicación de las repeticiones es ilustrativa, ya que las aves estarán libres, sin restricción de movimiento dentro de su respectiva jaula.

3.3. Metodología de laboratorio

3.3.1. Determinación de MM en laboratorio

De los Microorganismos de Montaña sólido se tomó una muestra de 100 g, dichos MM fueron donados por el departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, y estos fueron tomados de la Estación de Prácticas de dicha Universidad; luego los MM sin activar fueron transportadas en beaker estériles hasta el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal, para su procesamiento.

A partir de la activación de MM se tomó 0,1 mL de cada solución madre (MM activados), cada muestra fue homogenizada y esta se diluyo en 90 ml de agua peptonada (AP) al 0.1%, a partir de este inóculo se realizaron diluciones seriadas 1:10 (10-1 hasta 10-5) utilizando siempre AP al 0.1% (figura 6). De las últimas tres diluciones (10-3, 10-4, 10- 5) (figura A-5 y A-6) se inoculo por duplicado 50 µL en el medio Agar papa dextrosa (PDA), (figura 7) para estimular el crecimiento de hongos y levaduras, Agar nutriente (AN) para el crecimiento de bacterias. El método de inoculación utilizado fue el de extensión en superficie.

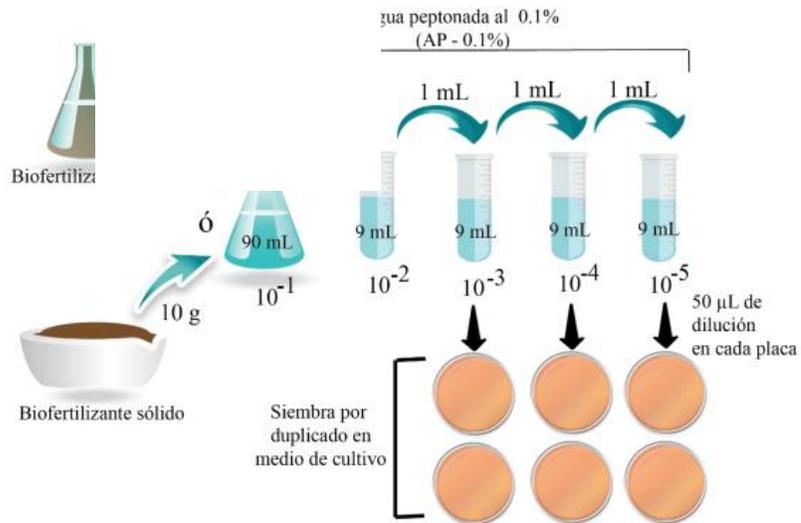


Figura 6: Esquema de inoculación de muestra en los diferentes medios de cultivos



Figura 7: Duplicado 50 µL en el medio Agar papa dextrosa (PDA)

Todos los platos de cultivo se incubaron una temperatura de 28 °C durante 24 horas en el caso de las bacterias y siete días en el caso de los hongos (Figura 8)



Figura 8: observación macroscópica de hongos

Una vez obtenido el crecimiento en cada medio de cultivo, se observó la morfología colonial y se tomó una colonia de los diversos microorganismos los cuales se subcultivaron para su purificación en medio PDA y AN para el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias respectivamente. Al tener los cultivos puros se procedió a describir la morfología colonial de cada uno de ellos. Y en el caso de las bacterias se realizó la tinción de Gram. Las levaduras fueron observadas en preparaciones en fresco utilizando azul de lactofenol. (figura 9)



Figura 9: observación microscópica de bacterias

Simultáneamente se realizó la técnica de placa vertida la cual consistió en inocular 1 ml de la dilución en caja Petri, mediante pipeta estéril, posteriormente se agregó de 18 a 20 ml

del medio fundido a 45 °C (Plate Count Agar) hasta lograr la completa incorporación del inóculo en el medio. Luego dejamos incubar las cajas en posición invertida por 48 horas. Incluimos una caja sin inóculo que funciono como testigo de esterilidad.

3.4. Metodología Estadística

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un nivel de confianza del 5% con cuatro tratamientos y dieciséis repeticiones (aves vivas) las cuales contienen 5 UE; dicha metodología se logró gracias al programa RStudio. Los datos se obtuvieron con las pruebas de Barlett y Shapiro Wilks (Cuadro A-1 y A-2). El modelo estadístico para este diseño completamente al azar , queda expresado por la ecuación siguiente: (Fernández 2010).

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Característica bajo estudio observado en el lote.

μ = Media Experimental

σ_i = Efecto del tratamiento "i".

ξ_{ij} = Error experimental de la celda (i, j)

i = 1, 2..... a = número de tratamientos

j = 1, 2..... r = número de repeticiones de cada tratamiento.

Los datos de la investigación, fueron recolectados a partir del día 0 (recepción de los pollitos de un día de nacido) hasta el sacrificio (figura A-7 y A-8), anotando la información acorde a lo requerido para determinar cada una de las variables en estudio. Para las mediciones relacionadas con las aves en desarrollo, se pesaron 12 aves por tratamiento seleccionadas al azar cada semana y se completó un formulario donde se dejará el registro de los pesos.

3.4.1. Medición de las variables

Las variables se midieron, según el siguiente detalle:

3.4.1.1. Peso vivo.

El peso vivo se tomó en gramos cada 8 días a 5 aves de cada tratamiento, para llevar un registro de la ganancia de peso y antes del sacrificio y del faenado para denotar la diferencia entre el ave en pie y el ave en canal.

3.4.1.2. Ganancia de peso.

La ganancia de peso en gramos se calculó mediante la diferencia entre peso vivo al final de la semana menos el peso registrado en la semana anterior. El registro se midió en gramos.

Ganancia de peso= peso de la semana actual- peso de la semana anterior.

3.4.1.3. Consumo de alimento.

El consumo de alimento en gramos se determinó entre la diferencia del alimento ofrecido y el alimento rechazado diariamente.

CA alimento= alimento ofrecido – alimento rechazado.

3.4.1.4. Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia se determinó mediante la relación entre los valores del consumo de alimento y la ganancia de peso del ave. Se llevó a cabo en forma semanal.

Conversión. alimenticia= alimento consumido/ ganancia de peso.

3.4.1.5. Peso de canal.

El peso de la canal se determinó al final de los 42 días en donde se pesó el ave sacrificada sin plumas y vísceras. El registro de peso en canal se midió en gramos y para ello se utilizaron 10 aves de cada tratamiento. (figura A-8)

3.4.1.6. Metodología Socio – económico

La metodología utilizada fue en base a resultados obtenidos por tratamiento realizando al final los costos/beneficios obtenidos para cada ave.

- 1) **Rendimiento en canal por tratamiento:** es el resultado del peso promedio de la canal en gramos multiplicada por el número de aves del tratamiento (40 aves). Rendimiento en canal por tratamiento = (peso promedio de la canal*total de aves por tratamiento).
- 2) **Rendimiento Ajustado:** Se calculó multiplicando el rendimiento promedio por tratamiento por el ajuste de 0.10. (10%) para poder obtener resultados significativos en el ensayo. Rendimiento ajustado = (rendimiento en canal por tratamiento) x 0.10.
- 3) **Beneficio Bruto de Campo (BBC):** Este se calculó por cada uno de los tratamientos multiplicado el precio de mercado de la Kilogramo (Kg) de carne de pollo en el mercado informal (\$3.08) por el valor del rendimiento ajustado. Beneficio bruto de campo = precio de mercado de Kg de pollo x rendimiento ajustado.

- 4) **Costo de Alimentación:** este se obtuvo del costo del quintal de concentrado producido por la cantidad de alimento consumido por cada tratamiento en las seis semanas de vida productiva.
- 5) **Costos que Varían:** Es un presupuesto parcial que incluye los costos que varían entre un tratamiento y otro, los cuales son: insumos, mano de obra y Alimento.
- 6) **Beneficio Neto:** es la resta del beneficio bruto de campo menos los costos que varían dando como resultado la ganancia total.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Peso vivo

El peso vivo promedio se tomó a partir de 12 aves por tratamiento, pesando un total de 48 aves semanalmente, lo que representó el 60% de la población total del estudio y el 60% de la población total de cada tratamiento, esto se hizo para tener un mejor promedio del peso de las unidades experimentales al final de cada semana. (figura 10 y cuadro A-4). Este fue registrado en gramos.

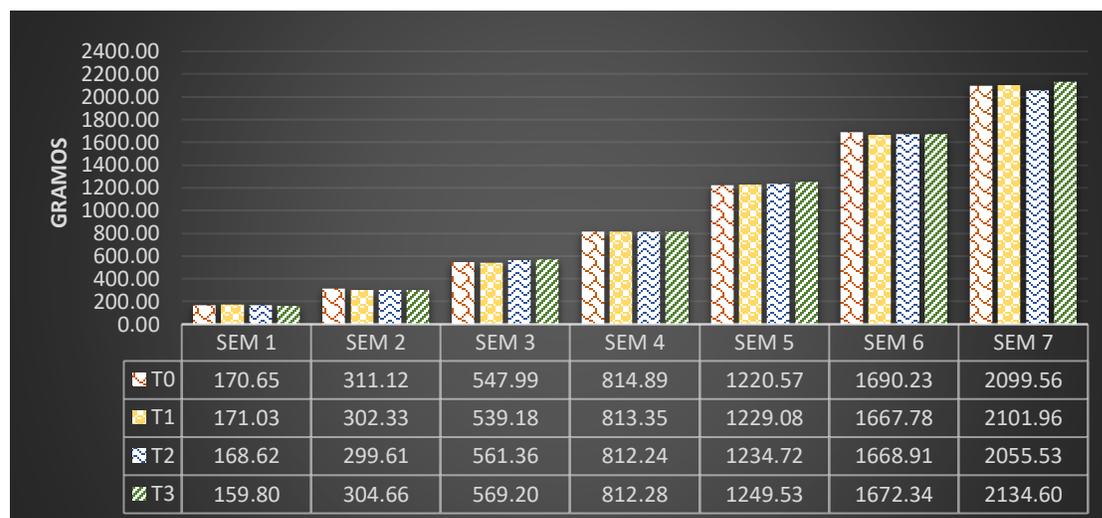


Figura 10: Ganancia de peso vivo: tomando los pesos promedios de cada uno del tratamiento a partir de la primera semana de vida de las aves hasta la semana siete.

Estadísticamente se observa que los tratamientos en estudio durante las seis semanas no presentaron diferencias en las ganancias de peso semanal ($P < 0.05$).

La alimentación con MM como probióticos se ha utilizado en alimentación de animales según investigaciones realizadas por Korver y Yegani en (2010), definen los probióticos como suplemento alimenticio vivo que beneficia al animal huésped mediante el

mejoramiento de su equilibrio microbiano intestinal. Mientras tanto Milian (2008) menciona que los probióticos son productos naturales utilizados como promotores del crecimiento en los animales que permiten obtener mayor rendimiento, más resistencia inmunológica y reduce la capacidad de patógenos en el tracto gastrointestinal; dentro de la investigación se logró expresar que los MM pueden ser utilizados en animales y tener resultados positivos, tal es el caso en la adición de 10% de MM en raciones alimenticias para pollos de engorde los cuales mostraron una aceptación del tratamiento y obtuvieron mejor ganancia de peso en el estudio a pesar que no es significativamente estadísticamente.

El análisis de varianza determinó que no existe una significación ($P < 0.05$) para la ganancia de peso de los tratamientos, es decir no hay diferencia entre la adición que se proporcionó a las unidades experimentales. Esto concuerda con la investigación de Coronel (2008) en donde utiliza MICRO-BOOST (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*) como probiótico en pollos, en dicha investigación encontró que el consumo de alimento total y diario en pollos tratados con los diferentes niveles de Micro~BOOST™/Tn de alimento, no presentó diferencias estadísticas, al determinarse un consumo equitativo dentro de cada grupo experimental, así se registró un consumo total de 1735.0 g /ave, con un consumo diario de 61.96 g de alimento/ ave.

4.2. Consumo de alimento.

El consumo del alimento se determinó mediante la diferencia del alimento ofrecido con el alimento rechazado, con el propósito de determinar las cantidades en gramos del alimento que consumieron las aves durante la investigación. (Figura 11 y cuadro A-3).

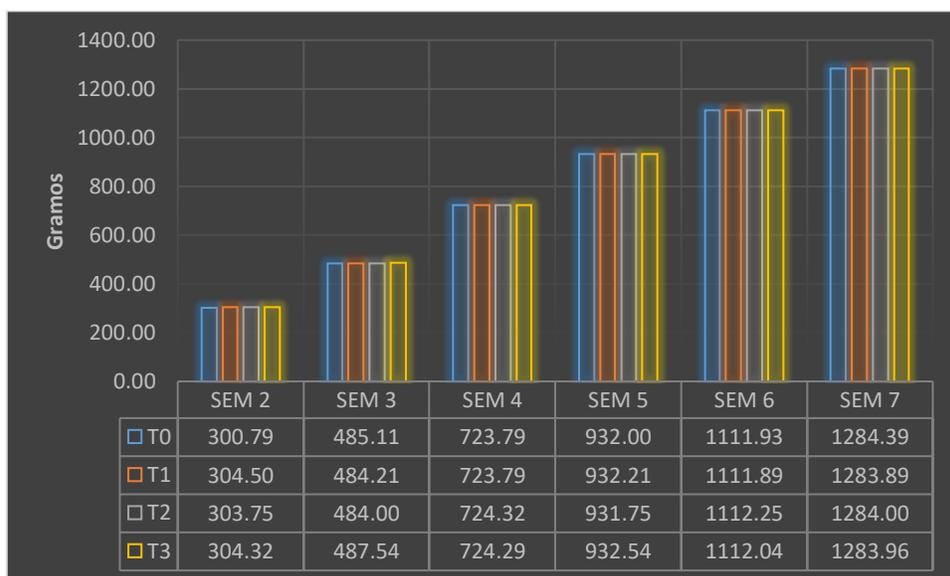


Figura 11: Consumo de alimentos: a partir de la segunda semana de vida de las aves se tomaron los de datos del consumo promedio de cada ave.

Estadísticamente no se observa que los tratamientos en estudio durante las etapas de inicio presentaran diferencia significativa ($P < 0.05$) en el consumo de alimento semanal.

Hill y Dansky (1984), en la que determina que la ingestión de alimento en las aves parece estar determinada, en su mayor parte y bajo condiciones específicas, por la concentración energética de la ración siempre y cuando esta sea adecuada en lo que se refiere a los demás nutrientes esenciales y cuando el volumen, textura y palatabilidad de la ración no causen limitaciones en el consumo de las aves.

4.3. Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia refleja cuanto peso gana un ave de acuerdo a la cantidad de alimento que consumió durante la investigación. (figura 12 y cuadro A-5).



Figura 12: Conversión alimenticia a partir de la segunda semana de vida de las aves.

Estadísticamente los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la conversión alimenticia durante las seis semanas de estudio, siendo estos iguales.

De acuerdo a Trigueros (1997), citado por Casamachín *et al* (2007), el índice de conversión es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación del alimento

usado para conseguir un peso final. Cuanto más bajo sea el índice de conversión más eficiente es el alimento.

Estos datos difieren con Castillo y Urbina (2014) demostraron que la conversión alimenticia se ve mejorada con el uso de microorganismos de montaña como probióticos naturales líquidos y sólidos en pollos de engorde en el cual observaron que la conversión alimenticia entre los tratamientos resultó mejor al adicionar microorganismos de montaña en la alimentación de pollos de engorde.

4.4. Peso canal

La canal es el cuerpo entero de un ave después de insensibilizado, sangrado, desplumado, eviscerado sin cabeza y patas. (figura 13 y cuadro A-6).

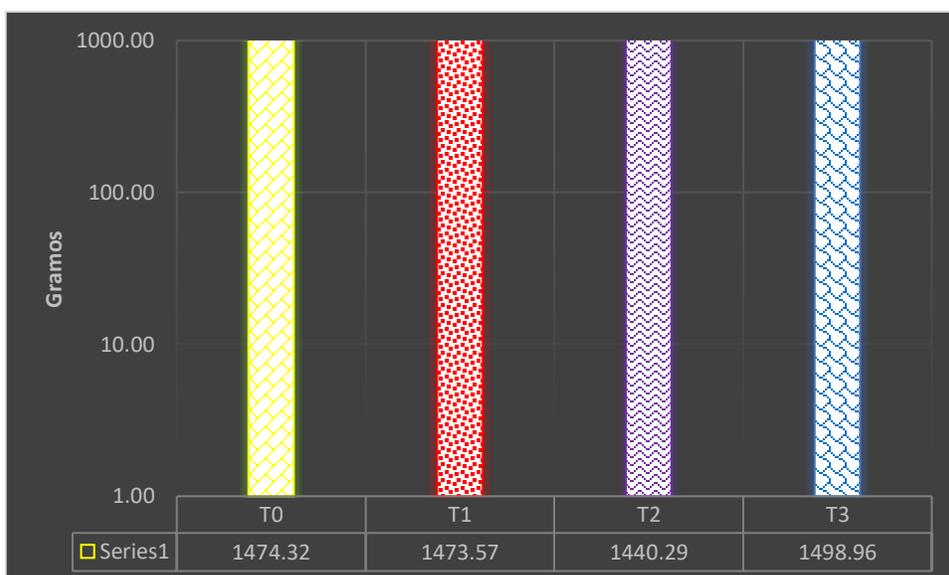


Figura 13: peso en canal (g), 6 semanas de pollos Hubbard alimentados con diferentes niveles de MM

Estadísticamente los tres diferentes porcentajes de Microorganismos de montaña adicionados a la formula alimenticia presentaron diferentes efectos en la variable de peso canal ($P < 0.05$). Presentando el mayor peso promedio de canal el tratamiento T3 con una media igual a 1,498.96 g mientras que el tratamiento que presentó el menor peso fue el T2 con 1,440.29 g en promedio respectivamente.

Castillo y Urbina (2014) demostraron una mejora en el rendimiento de la canal con el uso de microorganismos de montaña como probióticos naturales líquidos y sólidos en pollos de engorde así experimentaron con tres tratamientos : T1 (alimento concentrado + 5 g de

microorganismos benéficos de montaña en forma sólida = MBM sólido), T2 (agua de bebida + 17% de microorganismos benéficos de montaña = MBM líquido) y T3 (concentrado comercial testigo) y observaron que el rendimiento de la canal mediante medias situó al T2 con el mayor valor de 66.70%, seguido del T1 con 65.45% y T3 con 61%.

4.5. Análisis Económico.

Al realizar el análisis económico basados en los costos de producción que se presentan en el siguiente cuadro muestra el rendimiento de canal por tratamiento con un ajuste del 10%, tomando esto como corrección para llevar los datos lo más cercano a su valor real, resultando con el mayor beneficio el T3 con \$4.15 superando los tratamientos T0, T1 y T2 los cuales fueron de \$4.08, \$4.05 y \$3.94 respectivamente. Tomando como referencia el precio por kilogramo de la canal a \$3.08 siendo el precio promedio en el mercado informal.

Los costos que variaron fueron los del alimento T4 más los MBM (cuadro 7), siendo el T3 con \$38.84 el de menor costo seguido de los tratamientos T2, T1 y T0 con \$41.70, \$44.78 y \$47.74 respectivamente. Esto debido a la adición del pulimento con microorganismos al alimento proporcionado en diferentes porcentajes 10%, 7.5%, 5% y 0%.

El análisis económico por tratamiento se presenta los costos totales de producción, mostrando los siguientes valores T0 (\$3.40), T1 (\$3.48) y T2 (\$3.62) estos valores son similares entre ellos, pero el T1 y T2 presenta un mayor costo de producción porque el precio del concentrado específico era más costoso que el concentrado comercial. (Mejía y Escobar)

El beneficio neto por ave se obtuvo de la diferencia de beneficio bruto de campo (BBC) y costos que varían, dando el mayor beneficio neto por tratamiento el T3 con \$1.11, seguido de T2, T1 y T0 con cantidades de \$0.80, \$0.72 y \$0.59 (A-9).

La compra de alimento comercial es el sistema más simple de alimentar a las gallinas, existen alimentos concentrados específicos para cada edad y estado funcional (postura, engorda, reproductoras, etc.), Cuando se alimenta con estos concentrados no necesitamos incorporar otros alimentos, ya que vienen preparados con todos los nutrientes necesarios, los pollos en engorda deben disponer en todo momento de alimento, el mayor inconveniente de este sistema de alimentación es su alto costo, especialmente visible en explotaciones pequeñas, donde incluso muchas veces, resulta más caro alimentar a las aves que comprar huevos o carne en el mercado. (CENTA-FAO, 1998).

Cuadro 7: Estudio comparativo de costos e ingresos con 20 aves por tratamiento.

CONCEPTO	T0	T1 (5%)	T2 (7.5%)	T3 (10%)
Rendimiento en canal por tratamiento	64.87	64.84	63.37	65.95
Rendimiento ajustado 10%	58.38	58.35	57.04	59.36
Beneficio bruto de campo \$	81.74	81.19	79.85	83.10
Costo de concentrado + mbm	47.74	44.78	41.70	38.84
Aves, biologicos, vit + elect.	22.05	22.05	22.05	22.05
Beneficio neto	11.95	14.36	16.10	22.21

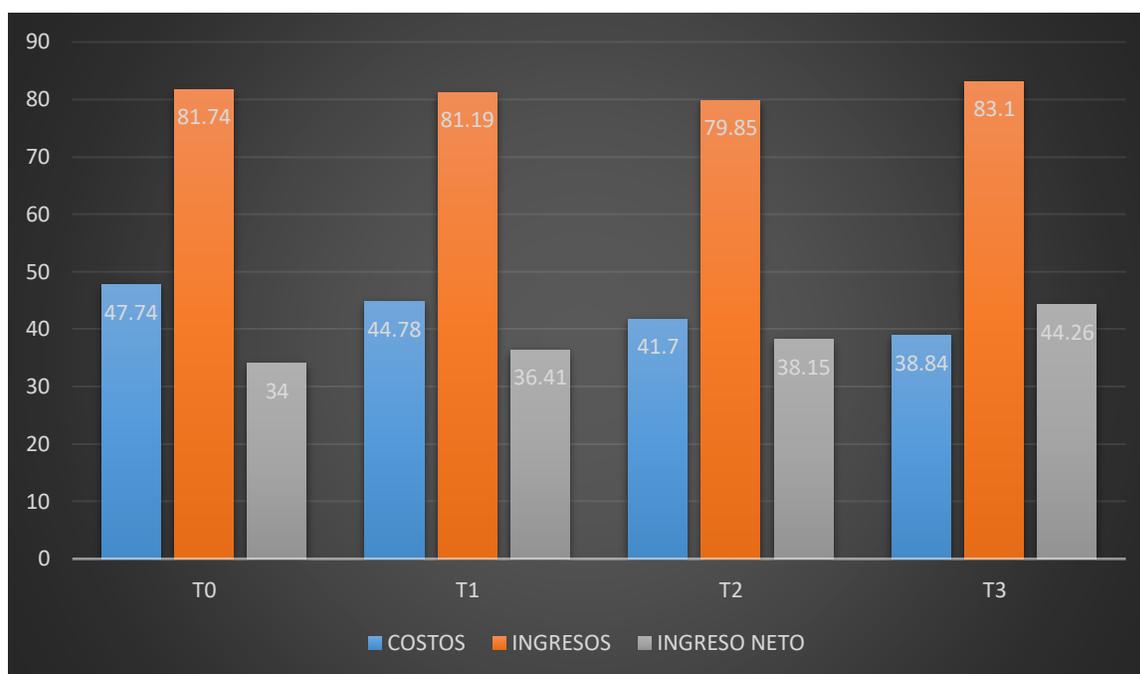


Figura 14: Costos e ingresos del estudio de pollos Hubbard alimentados con diferentes niveles de MM

En la figura 14 se puede observar que T0 y T1 muestran mayores costos ya que en estos tratamientos la cantidad de concentrado fue mayor que en T2 y T3 respectivamente a la misma vez los ingresos de todos los tratamientos no tuvieron diferencia significativa.

Los ingresos netos fueron mayores en T3 con \$44.26 ya que la mayor diferencia que se vio reflejado en los costos fueron los de concentrado más los MBM. Siendo T3 el que menor concentrado utilizó. Seguidos de T2, T1 y T0.

5. CONCLUSIONES

Se concluyó que al evaluar el efecto de la suplementación con microorganismos de montaña como probióticos en la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard no hay una mejoría significativa en el desempeño de parámetros productivos.

El uso de MM no demostró ser una alternativa rápida y económica como suplemento alimenticio en aves, pero por su accesibilidad que provienen de la tierra que no ha sido abonada o tratada en un periodo de tiempo y por ello esta es perenne podría ser una alternativa de suplementación al concentrado de las aves.

El uso de MM tiene un potencial en la alimentación de pollos Hubbard, por su efecto sobre la disminución del costo del alimento y el incremento del margen económico.

6. RECOMENDACIONES

Realizar una investigación comparativa sobre el uso de MM en forma líquida y sólida para establecer cuál de ellos representa un mejor resultado en los parámetros productivos en pollos de engorde.

Continuar con la investigación sobre el uso de MM en alimentación avícola, ya que existe poco material de investigación sobre el tema, adicional se puede investigar sobre los efectos que esto tienen en el sistema inmune de las aves ya que en la investigación no se tuvo porcentaje de mortalidad en ningún tratamiento.

Se recomienda realizar un estudio a futuro utilizando 10% de inclusión de MM en el alimento de pollos de engorde ya que este porcentaje según el estudio proporcionó mejores resultados en relación a peso en canal y tuvo mayor ganancia económica comparado con los otros tratamientos y el testigo.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROTERRA. 2008.** Microorganismos efectivos en la naturaleza del campo; (en línea) Consultado 1 abril de 2019. Disponible en: <http://w2.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?IdArticulo=640>
- Agudelo, S. L. 2016.** Energía Metabolizable del grano de soya integral determinada en pollos de engorde. Medellín., Colombia. (en línea) Consultado el 2 de mayo de 2020; disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/54244/1/43617800.2016.pdf>
- AVES; 2016;** Central América Data. (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <https://www.centralamericadata.com/es>.
- Arrué, S. 2007.** Producción avícola: Cría de Pollos, Broiler, Aves. Sistemas de Producción. México. P.23. (en línea) Consultado el 2 de mayo de 2020. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95225/TESIS%20DANI_OLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blanch Alfred; 2015;** Probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición y salud animal, Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <https://nutricionanimal.info/download/0615-blanch-Pre-probioticos&simbioticos-en-nutricion-animal.pdf>
- Barros Cajilima MV; 2018;** Uso de probióticos en la alimentación de pollos Broiler con diferentes porcentajes de inclusión; Cuenca Ecuador; Tesis; (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16316/1/UPS-CT007940.pdf>
- Carrera Aguirre PE; 2005.** Evaluación de la efectividad del uso de EM, Ácidos húmicos y N-P-K como abonos Foliare; (en línea) Consultado 01 abril 2019. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?!sisScript=earth.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=003200>
- CATIE. 2015.** Manual de Producción y Manejo de Aves de Patio. (Turrialba, Ed) Serie Técnica, Manual Técnico; 128p. (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <https://map.catie.ac.cr/web/Aves-de-Patioisbn.pdf>
- CENTA; 2010;** Producción agroecológica; (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <https://www.centa.gob.sv>

CENTA-FAO, 1998. Como mejorar la crianza domestica de aves (en línea). Consultado el 2 de septiembre del 2010. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/desarrollo/educacion/eduambie.htm>

Centeno Escoto J; 2012; Microorganismos benéficos de montaña como bioestimulantes y probióticos contribuyentes al bienestar animal; (en línea); Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/1467/1/tnl02c397m.pdf>

Cuca GM; s.f; La alimentación de aves de corral; México, D. F. (en línea) consultado 03 septiembre de 2020; disponible en: <file:///C:/Users/Michelle%20Maravilla/Downloads/2049-6716-1-PB.pdf>

Cuca, M. et.al. 1982. Alimentación de las aves, México, Instituto de Enseñanza e Investigación en ciencias Agrícolas. P. 4,6,18,30.

Durán, R. 2009. Manejo y nutrición en aves de corral. Barcelona, ES. Editorial. Grupo latino. p. 9 – 10

El Sitio Avícola. 2013. Alimentación de Pollos. (J. Linden, Productor) (en línea) Consultado el 2 de mayo de 2020; disponible en:, de <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento>

Feijoo, 2016; El efecto del *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda. Veterinaria. México. (en línea) Consultado el 01 de abril 2019 <http://www.medigraphic.com/espanol/e-htms/e-vetmex/e-vm2000/e-vm00-4/ervm004e.htm>

Fernández Escobar, R. 2010. *Experimentación en Agricultura* Sevilla, España: Servicio de Publicaciones y Divulgación. Pág.46

French KM; 1987; Crianza práctica de aves; N.W. Washington, D.C.; (en línea); consultado 03 septiembre de 2020; disponible en: <http://www.peacecorps.gov>

FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Económico y Restauración Ambiental, El Salvador). 2016. Preparación y uso de microorganismos de montaña líquidos y Sólidos. (en línea). Consultado 18 octubre 2020. Disponible en <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1778>

- Grashorn, MA; 2017;** Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde con diferente capacidad de crecimiento; (En línea); consultado 03 septiembre de 2020; disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2017/9/24-28-requerimientos-nutricionales-pollos-engorde-diferente-capaciad-crecimiento-SA201709.pdf>
- Grupo Océano; S.f;** Enciclopedia *Práctica de la Agricultura y Ganadería*. (G. Oceano, Ed.) Barcelona, España: MMVI Editorial Oceano; 387p.
- Guarner, F; Malagelada, JR; 2002.** Ecología intestinal: Modulación mediante probióticos. En Alimentos Funcionales. 2002. cap. 4; 400p.
- Higa, T. 2013.** Reproducción de Microorganismos de Montaña - MM A2-02, 21. (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <http://ingenieroambiental.com/index.php?pagina=811>
- HUBBARD; 2018,** *Hubbard Breeders* . (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <https://www.hubbardbreeders.com/es/conventional/machos-hubbard/>
- López López GS, Carballo Barquero RA; 2014,** Efecto de la suplementación con microorganismos benéficos de montaña en pollos de engorde como probiótico natural, finca santa rosa, universidad nacional agraria, Managua Nicaragua, Tesis; (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/3149/1/tnq52l864.pdf>
- Marengo Mejia; 2011;** Influencia de la inclusión de pronutrientes y probiótico en los indicadores productivos de pollos de engorde en la etapa de arranque, El Salvador, Tesis; (en línea) Consultado el 5 de abril de 2019; disponible en: <https://docplayer.es/36189443-Universidad-de-el-salvador-facultad-de-ciencias-agronomicas.html>
- Marteau, P; Vrese, M; Cellier, CJ; Schrezenmeir, J; 2001.** Protection from gastrointestinal diseases with the use of probiotics. (en línea) Consultado el 5 de abril de 2019; disponible en: www.Ajcn.org
- Martínez Campo AP, 2014;** Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol.12, n.1, pp.79-87. ISSN 1692-3561
- Mayer, J, 2010;** How effective are 'Effective microorganisms (R) (EM)'? Results from a field study in temperate climate; vol 46; s.l.; Elsevier B.V; 10 p.

- Mejia R, Lopez Z. 2011.** “ALIMENTACION DE POLLOS CRIOLLOS EN FASE DE ENGORDE HACIENDO USO DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) Y CONCENTRADO COMERCIAL”. (en línea) consultado 28 de mayo de 2020, disponible; tesis. Ing. Agr.; San Vicente, El Salvador, Universidad de El Salvador, P-8.
- North, M.O. 1990.** Manual de Producción Avícola. Ana Felicitas Martínez Haro. México D.F. El Manual Moderno. S.A. de C.V. p.7-9, 407-413.
- Pacheco, F. 2009.** Evaluación de la eficacia de la aplicación de inóculos microbiales y de *Eisenia foetida* en el proceso de compostaje doméstico de desechos urbanos. Universidad Pública de Navarra. Tesis de grado para convertirse en MASTER EN AGRO BIOLOGÍA AMBIENTAL. (en línea) Consultado 1 abril, 2019, disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/60991154.pdf>
- PROPA-ORIENTE (Proyecto para el Apoyo a Pequeños Agricultores en la Zona Oriental), 2010,** Agricultura orgánica 4, El Salvador. (en línea) Consultado 1 abril, 2019, disponible en: https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/booklet_01.pdf
- Ramírez, B.; Zambrano, S.; Ramírez, Y.; Rodríguez, Y.; Morales, M. 2005.** Evaluación del efecto del *Lactobacillus* spp. origen aviar en pollitas de inicio reemplazo de la ponedora comercial en los primeros 42 días de edad. (en línea). Consultado 1 abril, 2019, disponible en: https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/booklet_01.pdf
- Rodríguez-Calampa, NY; 2014,** Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica.; ed. San Martín - Perú, 80p.
- Ruiz Gramajo, 2007,** Efecto de la adición de *Bacillus Subtilis*, en dietas de pollo de engorde, sobre parámetros productivos, en el área de Chimaltenango, tesis, Lic.Zootecnista; Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala, Pg. 9.
- Sá, L; 2012;** Aminoácidos en la producción de pollos de engorde. Paraíba, Brasil. (en línea) Consultado el 2 de mayo de 2020; disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/aminoacidos-nutricion-pollos-engorde-t40165.htm>
- Schrezenmeir, J; Vrese, M; 2001.** Probiotics, prebiotics, and symbiotic-approaching a definition. , ed, 364p.

- Teixeira, NM; 2005.** Exigência de treonina digestível para poedeiras leves e semipesadas. Revista Brasileira de Ciência Avícola7 (supl.): 131-131.
- Terranova.2001.** Enciclopedia Agropecuaria. Producción Pecuaria. 2° Edición. Terranova editores. Bogotá D.C. Colombia. Impreso en Colombia por Panamericana formas e impresos S.A. p. 326-329
- Torres, MR; 2015;** Flora intestinal, probióticos y salud; 2° ed; Editorial formas Finas; Guadalajara, Jalisco. Pág. 33.
- Uculmana, C. 2017,** Macro-Minerales y Fitasas en Nutrición Avícola; (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/macro-minerales-fitasas-nutricion-t41091.htm>
- Urtecho, K. 2005.** Elaboración de inóculo microbiológico MM. In Feria América Tropical. La sostenibilidad está en tus manos (2005, EARTH). Memorias. EARTH, Costa Rica; 36p.
- USAID, 2010,** Producción avícola negocio en crecimiento, (en línea) Consultado el 2 de abril de 2019; disponible en: https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/produccion_avicola.
- Zousa; 2015;** Bacterial Inhibitory Effects of Nitrite: Inhibition of Active Transport, but not of Group Translocation, and of Intracellular Enzymes.. Applied and Environmental Microbiology, 39(4), pp. 831- 834.

3. ANEXOS



Figura A-1. Construcción de jaulas (a= vista de construcción de jaulas lateral)
(b=vista de construcción jaulas de frente)



Figura A-2. Mezclado de concentrado con MM (a=vista de pesaje de materia prima de concentrado para pollo de engorde) (b=vista de MM)



Figura A-3. Vacunación de aves



Figura A-4. Pesaje de aves

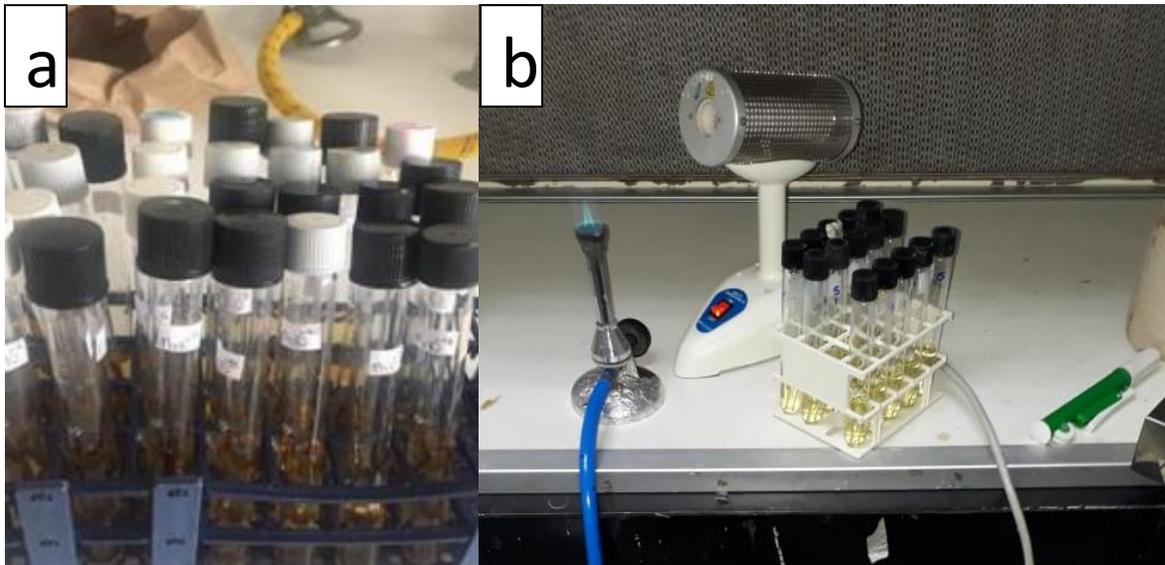


Figura A-5. Muestra de microorganismos de montaña y dilución de estos (a= tubos de ensayo con MM) (b=tubos de ensayo con las diluciones)



Figura A-6. Muestra de microorganismos de montaña y dilución. (a=procedimiento en laboratorio) (b=tubos de ensayo con las diluciones)



Figura A-7. Unidades experimentales en sus respectivas jaulas. (a=pollos de engorde Hubbard 1 día de nacidos) (=pollos de engorde Hubbard en sus respectivos nidos)



Figura A-8. Sacrificio de las aves. (a= sangrado de pollos de engorde) (b=desplumado de pollo de engorde)



Figura A-9. Pesaje de canal.

Cuadro A-1: Los resultados de laboratorio fueron obtenidos a partir del recuento de placa vertida y se obtuvo una diversidad de microorganismos

MEDIO SELECTIVO PARA:	CRECIMIENTO	RESULTADOS
Hongos y levaduras	-	Posible presencia de <i>Penicillium</i> sp, <i>Fusarium</i> sp, <i>Aspergillus</i> sp, <i>Rhizopus</i> sp.
Bacterias	>10 ⁶ UFC/g de sustrato	Bacilos G- y G+ Cocos G+ y G-

Cuadro A-2. Homogeneidad de los datos de las variables analizada con la prueba estadística de Barlett

Variable	T0	T1	T2	T3	Media	D.E	P-valor
Peso Vivo Final (g)	2099.56	2101.96	2055.53	2134.60	2097.91	32.46	0.711 ^{ns}
Consumo Total de Alimento (g)	6773.20	6776.70	6776.10	6782.55	6777.14	3.92	0.0823 ^{ns}
Ganancia de Peso Total (g)	1928.91	1930.93	1886.91	1974.80	1930.39	35.90	0.666 ^{ns}
Conversión Alimenticia Acumulada	3.52	3.52	3.60	3.44	3.52	0.07	0.66 ^{ns}
Peso de Canal (g)	1001.47	1001.47	1001.44	1001.50	1001.47	0.024	0.716 ^{ns}

Cuadro A-3. Variable Peso Vivo Final (Análisis de varianza)

F. de V.	G.L.	S.C	C.M	F	p- valor
Tratamientos	3	12648	4216	0.466	0.711
Error	12	108505	9042		
Total	15				

No significativo.

Cuadro A-4. Variable Consumo Total de Alimento (Análisis de varianza)

F. de V.	G.L.	S.C	C.M	F	p- valor
Tratamientos	3	184.3	61.42	2.845	0.0823
Error	12	259.1	21.59		
Total	150				

No significativo.

Cuadro A-5. Ganancia de Peso Total (Análisis de varianza)

F. de V.	G.L.	S.C	C.M	F	p- valor
Tratamientos	3	15463	5154	0.537	0.666
Error	12	115119	9593		
Total	15				

No significativo.

Cuadro A-6. Conversión Alimenticia Acumulada (Análisis de varianza)

F. de V.	G.L.	S.C	C.M	F	p- valor
Tratamientos	3	0.0514	0.01712	0.546	0.66
Error	12	0.3764	0.03136		
Total	15				

No significativo.

Cuadro A-7. Peso de Canal (Análisis de varianza)

F. de V.	G.L.	S.C	C.M	F	p- valor
Tratamientos	3	0.00615	0.002050	0.459	0.716
Error	12	0.05355	0.004462		
Total	15				

No significativo.

Cuadro A-8. Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks aplicado a los residuos.

Variable	W	p- valor
Peso Vivo Final	0.9244	0.1985
Consumo Total de Alimento	0.9805 4	0.9677
Ganancia de Peso Total	0.939	0.337
Conversión Alimenticia Acumulada	0.9362 8	0.3059
Peso de Canal	0.9508 1	0.5026

Cuadro A-9. Pruebas de normalidad de Bartlett para determinar homogeneidad de varianza.

Variable	Bartlett cuadrado	k-	G.L.	p- valor
Peso Vivo Final	2.8662		3	0.4127
Consumo Total de Alimento	3.572		3	0.3115
Ganancia de Peso Total	2.6859		3	0.4426
Conversión Alimenticia Acumulada	2.7673		3	0.4289
Peso de Canal	4.4198		3	0.2196