



REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

**INFORME DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE:**

MAESTRÍA EN: BIOTECNOLGÍA

TEMA:

Evaluación del potencial del cultivo de *Rhodobacter sphaeroides* suministrado en agua, como aditivo nutricional en la producción de pollos broilers en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua.

Autor:

WALTER HOMERO CAMACHO MENDOZA

Director:

Blga. Yessenia Sarango Ortega M.Sc.

Milagro, Abril de 2024

ECUADOR

Derechos de autor

Sr. Dr.

Fabrizio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Walter Homero Camacho Mendoza en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de Magister en Biotecnología, como aporte a la Línea de Investigación Promoción del Desarrollo Económico; de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 15 días del mes de abril de 2024



Firmado electrónicamente por:
WALTER HOMERO
CAMACHO MENDOZA

Camacho Mendoza Walter Homero

C.I. 0908987126

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Yo, Blga. Yessenia Beatriz Sarango Ortega M.Sc. en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por Walter Homero Camacho Mendoza, cuyo tema es **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DEL CULTIVO DE *Rhodobacter sphaeroides* EN AGUA COMO ADITIVO NUTRICIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE POLLOS BROILER EN LA CIUDAD DE AMBATO**, que aporta a la Línea de Investigación Agricultura y Ganadería, previo a la obtención del Grado Magister en biotecnología, Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 04 de febrero del 2024



YESSENIA BEATRIZ
SARANGO ORTEGA

Blga. Yessenia Beatriz Sarango Ortega M.Sc
C.I. 1105868150

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO
CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA**, presentado por **MVZ. CAMACHO MENDOZA WALTER HOMERO**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DEL CULTIVO DE RHODOBACTER SPHAEROIDES EN AGUA COMO ADITIVO NUTRICIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE POLLOS BROILER EN LA CIUDAD DE AMBATO", las siguientes calificaciones:

TRABAJO ESCRITO	51.67
SUSTENTACIÓN	37.00
PROMEDIO	88.67
EQUIVALENTE	Muy Bueno



MARÍA FERNANDA
GARCÉS MONCAYO

Msc GARCÉS MONCAYO MARÍA FERNANDA
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



MANUEL ALEJANDRO
FIALLOS CARDENAS

Mgtr. FIALLOS CARDENAS MANUEL ALEJANDRO
VOCAL



JUAN DIEGO
VALENZUELA COBOS

Ph.D. VALENZUELA COBOS JUAN DIEGO
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A mi esposa Patricia, ejemplo de abnegación, coraje, dedicación, sentimientos cristalinos y puros, no puedo más que darte mi reconocimiento imperecedero y un eterno agradecimiento por darme la dicha de una vida con norte y con sentido.

A mis hijos que me dieron el mejor título de un hombre; ser padre lo cual seré hasta el fin de mis días y a mis nietos que me dan llamaradas de alegrías y de fe en nuevos mañanas.

AGRADECIMIENTOS

A quienes me ayudaron a empezar y terminar este trabajo.

PATRICIA mi esposa, por la paciencia de días en que limite sus días por los estudios

DANIELA LOPEZ, por su apoyo en la realización del trabajo experimental en la granja avícola de su familia.

YESSENIA ARANGO, mi tutora por su profesionalismo, sus observaciones y guías para realizar la tesis.

Resumen

La actividad avícola en Ecuador se origina en Ecuador por el año 1957 (*Historia de la avicultura en Ecuador, Maiz&Soya, 2023*), marcando el inicio de una actividad de gran importancia en el desarrollo social, económico, y nutricional en la sociedad ecuatoriana.

Es así que, en el sector de la economía nacional aporta con el 3% del PIB nacional y dentro del sector agropecuario participa del 23% de este sector. (Conave, 2022)

Se suministró una bacteria en el agua de bebida, con el propósito de observar si la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* podría mejorar los índices de producción y rendimiento a la canal luego del periodo de crianza y faenamiento del animal. Estas dos variables productivas son críticas en la crianza de pollos broilers

Se buscó dar una alternativa a las regulares prácticas de inclusión de probióticos “convencionales” en la crianza comercial de broilers. De tal manera que la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* de uso regular en otras áreas como la biorremediación de suelos, neutralización de ciertos metales pesados como el Cadmio, procesos de obtención de hidrógeno como combustible, etc.; pueda utilizarse en la crianza comercial de pollos broilers. De tal manera que se considere una innovación disruptiva en la crianza de pollos broilers

La investigación se ejecutó con 90 pollos de raza Cobb-500 que tuvieron un peso inicial promedio 42,5 gramos de peso, los mismos se separaron en tres grupos, y estos a su vez en tres subgrupos de 10 pollos cada uno, es decir en total 9 unidades de experimentales, a cada grupo se asignó un área de un metro cuadrado, medida regular para este tipo de explotaciones, cada espacio con su respectivo comedero y bebedero de tipo manual. La diferencia de peso del T1 (0,1% PSB) superó al T0 en 344,63 g, y el T2 (0,5% PSB) lo hizo con 418 g, sin embargo el tratamiento mas conveniente en rendimiento económico es el T1.

Los tratamientos que se probaron fue de una concentración de 0,1% y 0,5% de un cultivo de *Rhodobacter sphaeroides* en cada litro de agua de bebida que se suministró ad-libitum. Cada día de prueba se colocaba agua fresca (desechando sobras del día anterior) agregando la cantidad de PSB requerida para ese día y tuvo un periodo de 48 días de experimentación.

Palabras clave: pollos broiler, *Rhodobacter sphaeroides*, suplemento alimenticio.

Abstract

Poultry farming activity in Ecuador originates in 1957 (History of poultry farming in Ecuador, Maiz&Soya, 2023), marking the beginning of an activity of great importance in the social, economic, and nutritional development in Ecuadorian society.

Thus, in the sector of the national economy it contributes 3% of the national GDP and within the agricultural sector it participates in 23% of this sector. (Conave, 2022)

A bacteria was supplied in the drinking water, with the purpose of observing if the *Rhodobacter sphaeroides* bacteria could improve the production and performance indices of the carcass after the period of raising and slaughtering the animal. These two productive variables are critical in raising broiler chickens.

We sought to provide an alternative to the regular practices of including “conventional” probiotics in commercial broiler breeding. In such a way that the *Rhodobacter sphaeroides* bacteria is regularly used in other areas such as soil bioremediation, neutralization of certain heavy metals such as Cadmium, processes for obtaining hydrogen as fuel, etc.; can be used in the commercial breeding of broiler chickens. In such a way that it is considered a disruptive innovation in the raising of broiler chickens.

The research was carried out with 90 Cobb-500 breed chickens that had an average initial weight of 42.5 grams, they were separated into three groups, and these in turn into three subgroups of 10 chickens each, that is, in total 9 experimental units, each group was assigned an area of one square meter, a regular measurement for this type of farms, each space with its respective manual feeder and waterer. The weight difference of T1 (0.1% PSB) exceeded T0 by 344.63 g, and T2 (0.5% PSB) did so with 418 g, however the most convenient treatment in terms of economic performance is T1. .

The treatments tested were a concentration of 0.1% and 0.5% of a culture of *Rhodobacter sphaeroides* in each liter of drinking water that was supplied ad-libitum. Each test day, fresh water was placed (discarding leftovers from the previous day) adding the amount of PSB required for that day and there was a period of 48 days of experimentation.

Keywords: broiler chickens, *Rhodobacter sphaeroides*, food supplement.

Lista de Figuras

IMÁGENES

IMAGEN 1.- UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	38
IMAGEN 2.- VISTA GENERAL DEL GALPON.....	39
IMAGEN 3.- VISTA GENERAL DEL GALPON.....	40
IMAGEN 4.- VISTA DE UNIDAD EXPERIMENTAL	41
IMAGEN 5.- VISTA DE EQUIPOS	42

Lista de Tablas

Lista de Tablas	PAG.
TABLA 1.- Consumo de carne de pollo últimos 5 años.....	17
TABLA 2.- Consumo carne pollo en la región.....	18
TABLA 3.- Distribucion de grupos de estudio	27
TABLA 4.- Prueba de normalidad de los datos... ..	29
TABLA 5.- ANOVA de pesos totales.....	30
TABLA 6.- ANOVA agrupando pesos por semanas.....	31
TABLA 7.- ANOVA del rendimiento a la canal	31
TABLA 8.- Consumo de agua, alimento, insumo PSB	32
TABLA 9.- Diferencia de peso entre grupos.....	32
TABLA 10.- Beneficios económicos.....	32
TABLA 11.- Conversión alimenticia	32
TABLA 12.- Rendimiento a la canal.....	32
ANEXOS	
TABLA 12.- FORMULA ALIMENTO INICIAL.....	50
TABLA 13.- FORMULA ALIMENTO CRECIMIENTO.....	51
TABLA 14.- FORMULA ALIMENTO ENGORDE	52
TABLA 15.- FORMULA ALIMENTO FINALIZADOR	53

INDICE DE CONTENIDO

ACEPTACIÓN TUTOR	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
CERTIFICACIÓN DE DEFENSA	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
CESIÓN DE DERECHOS	VII
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1

1. El problema de la investigación

1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Delimitación del problema.....	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Preguntas de investigación.....	3
1.5 Objetivo general.....	3
1.6 Objetivos específicos	3
1.7 Hipótesis.....	3
1.8 Declaración de las variables	4
1.9 Justificación.....	4
1.10 Alcance y limitaciones.....	5

CAPITULO 2

2. Marco teórico referencial

2. 1 Antecedentes	6
2. 2 Bacterias en la avicultura.....	8
2. 3 Factores de los probióticos	8
2. 4 <i>Rhodobacter sphaeroides</i>	9
2. 4. 1 Morfología y metabolismo.....	10
3. 4. 2 Mecanismo fotosintético	10

CAPITULO III

3. Diseño metodológico

3.1	Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2	Cepa bacteriana.....	13
3.3	Característica de la población	13
3.4	Delimitación de la población	13
3.5	Tipo de muestra.....	14
3.6	Proceso de selección de muestra	14
3.7	Análisis estadístico	14
3.8	Procesamiento estadístico	14

CAPITULO IV

4. Análisis e interpretación de resultados

4.1	Análisis de resultados	15
4.2	Interpretación de resultados	18

CAPITULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1	Conclusiones	20
5.2	Recomendaciones	20

BIBLIOGRAFÍA.....	21
--------------------------	-----------

ANEXOS	27
---------------------	-----------

Introducción

La población ecuatoriana tiene dentro de su dieta alimenticia el consumo de aves, en especial el pollo broiler, que es el tipo más comercial a nivel mundial, por su rápido crecimiento y la óptima conversión alimenticia. En Ecuador en el año 2022 el consumo medio anual de pollos broiler fue de alrededor de 27 kilos por persona, y comparando ese valor en la región (Latinoamérica) estamos por debajo del promedio, lo cual da espacio a estimar que el consumo de carne de pollo aumentará en los próximos años (Ruiz, 2023).

En Ecuador existe escases de la materia prima necesaria para elaborar el alimento balanceado para suministrar a los pollos broilers, lo cual vuelve muy costoso el proceso productivo, por lo tanto, la utilización de PNSB (Purple Non Sulfur Bacteria) puede contribuir a mejorar el aprovechamiento de la dieta balanceada de los pollos y sus resultados productivos. Los microorganismos usados hasta el momento se han limitado a los identificados como “convencionales” *Lactobacillus spp* o *Bifidobacterium spp*, de los cuales hay extensas experiencias de uso y resultados (Abd El-Hack et al., 2020).

Por lo tanto, este trabajo tiene como propósito evaluar el potencial de mejora en los índices de crianza del pollo broiler usando un microorganismo del cual, revisada literatura y publicaciones científicas aún no se ha estudiado sus aplicaciones en avicultura, esta es una bacteria identificada como *Rhodobacter sphaeroides* (PNSB) que es una bacteria fotosintética no sulfurosa, Gram negativa, es facultativa en uso de oxígeno y posee el proceso de fotosíntesis como una de sus rutas metabólica y podría ser considerado como un microorganismo prometedor para mejorar la dieta de los pollos broiler (Bao et al., 2022).

Capítulo I: El problema de la investigación

1.1 Planteamiento del problema

La producción de pollos broilers enfrenta dificultades por la escases de insumos requeridos para elaborar el balanceado que sirve de alimento para las aves. El promedio de anual del consumo de pollos broiler en el Ecuador aumentó en el año 2022 un total 3,14% (Moreta, 2023), y se esperaba que en el año 2023 el consumo aumentara en un 5% (Jara, 2023).

Dicho esto, a mayor demanda de carne de pollo habrá mayor costo de la materia prima requerida para la producción de balanceados, por lo que es preciso encontrar insumos o aditivos que permitan optimizar los resultados de conversión alimenticia de los pollos broilers, que no incrementen los costos de producción y que además estén disponibles constantemente para de esta manera permitir al productor ganar tiempo y recursos para llegar al peso de venta comercial obteniendo como producto final una buena calidad y un rendimiento óptimo.

1.2 Delimitación del problema

El trabajo se realizará en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, parroquia San Miguelito, barrio El Censo. La provincia de Tungurahua es de las mayores productoras de pollos broilers en el país. El galpón (lugar de producción) tiene un total de 5000 pollos en total, de los cuales se tomó como muestra para el estudio de 90 pollos broiler. El tiempo de investigación es de 42 días, que es el tiempo regular para la salida al mercado o cuando las aves empiecen alcanzar 6,5 libras de peso vivo mínimo. La fecha de inicio fue el 23 de noviembre de 2023 y fecha final 4 Enero 2024.

1.3 Formulación del problema

Una de las proteína animal de mayor demanda a nivel mundial es la carne de pollos, principalmente los broilers, de tal forma que se espera un crecimiento de la demanda mundial entre el 1,5 y 2% en el 2024 (Gutiérrez, 2023), sin embargo todo crecimiento productivo viene asociado con requerimientos de diversas índole, como maquinarias, tecnologías de producción, medio ambiente, logística de transporte, almacenamiento, sanidad, recurso humano, control de plagas, recursos naturales debido a que la producción avícola necesita constantemente de materias primas e insumos.

La producción de pollos broiler es fundamental para satisfacer la creciente demanda de carne de ave a nivel mundial. En este contexto, la búsqueda de aditivos nutricionales sostenibles y eficientes se ha convertido en un área de interés en la avicultura. Entre las posibles soluciones, se encuentra la incorporación del microorganismo *Rhodobacter sphaeroides* en el agua de cultivo para pollos broiler, con el propósito de evaluar su potencial como aditivo nutricional.

1.4 Preguntas de investigación

¿Cuál es el impacto de la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* en la dieta de pollos broilers como un aditivo mejorador de la producción?

1.5 Objetivo general

Evaluar el potencial de la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* en agua de bebida como un probiótico que mejore el proceso digestivo y nutricional de los pollos broilers, en el cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de diferentes dosis de un cultivo comercial de la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* en el crecimiento y desarrollo de pollos broilers.
- Investigar la viabilidad y eficacia del cultivo de *Rhodobacter sphaeroides* en agua de bebida para mejorar la producción de pollos broilers.

1.7 Hipótesis

¿La inclusión de un cultivo de la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* en el agua de bebida de pollos broiler como aditivo nutricional, mejorará significativamente el rendimiento productivo en comparación con los métodos convencionales de producción avícola?

1.8 Declaración de las variables

Las variables por observar en este estudio son:

PESO: la ganancia semanal, medida en gramos/día

CONVERSIÓN: es el consumo de alimento para ganar un determinado peso gramos de alimento / gramos peso vivo

TIEMPO: El tiempo en días para alcanzar el peso comercial, se estima llegar a 5 libras en 42-45 días en machos y en hembras

RENDIMIENTO: Es el peso del pollo, luego de faenado (muerto) y que se ha despojado de plumas y las vísceras, es decir es el peso de las partes comestibles únicamente.

Cuadro 1.- Operacionalización de las variables

VARIABLE	CONCEPTO	EJECUCION	INDICADOR	UNID.MEDIDA
PESO	PESO PROM AL FINAL	PESAJE SEMANAL DE CADA POLLO	PESO PROMEDIO DE CADA GRUPO	GRAMOS
CONVERSIÓN	CONSUMO ALIMENTO SOBRE LA GANANCIA DE PESO	REGISTRO DIARIO DE CONSUMO DE ALIMENTO	CONSUMO Y PESO GANADO	INDICE
RENDIMIENTO	PESO POLLO EVISCERADO, DESPLUMADO	AL FINAL SE PESA CADA POLLO, EVISCERADO	RENDIMIENTO DE PARTES CONSUMIBLES	PORCENTUAL
TIEMPO	DIAS DE INVESTIGACION	42- 45 DIAS	TIEMPO	DIAS

1.9 Justificación

Las materias primas como soya, polvillo, maíz, etc. sirven de alimento para animales de granja, y su producción se ve afectada por diferentes razones, como fenómenos climáticos, políticos, arancelarios que producen escases y alza de precios. Por ello se precisa buscar otras fuentes de alimentación seguras para los pollos y otros animales de granja.

Dentro de los procesos de producción, los parámetros que se deben cuidar y mejorar son el índice de conversión alimenticia, mediante el uso de diversos productos que optimizan este parámetro, tales como enzimas, concentrados vitamínicos y minerales, capturadores de toxinas, insumos que se han ido incorporando a las dietas animales luego de investigaciones exhaustivas en el área de la nutrición.

Otra herramienta que se ha utilizado por muchos años para mejorar la eficiencia productiva ha sido el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) que actúan sobre el microbioma intestinal, lo que provoca una modulación bacteriana permitiendo la presencia de bacterias que actúan sobre los alimentos ingeridos permitiendo su mejor absorción y aprovechamiento. Pero en la última década por razones de salud pública se están dejando de utilizar, debido principalmente a la resistencia bacteriana a los antibióticos de forma directa o cruzada.

Por esta última razón se necesita encontrar alternativas que mantengan los índices productivos, sin el uso de antibióticos; es así que, con el uso de ácidos orgánicos, enzimas, prebióticos, postbióticos y en el caso de este estudio con microorganismos, en particular bacterias y específicamente con *Rhodobacter sphaeroides* puede ser una estrategia innovadora como suplemento alimenticio en la producción de pollos.

1.10 Alcance y limitaciones

Hemos de considerar que los alcances de esta investigación son amplios y variados, pues el uso de microorganismos como suplementos para la producción de animales para consumo humano es importante por los beneficios que aportan.

Actualmente ya se conoce las aplicaciones de bacterias productoras de ácido láctico como las *Lactobacillus* o las productoras de ácido acético como *Enterococcus* y *Bacillus sp.*

La propuesta de trabajar con *Rhodobacter sphaeroides*, es por su versatilidad de aplicación en varios campos de producción.

CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

2.1 Antecedentes

La población ecuatoriana, tiene entre los componentes básicos de su alimentación la carne de pollos, como una fuente de proteínas de alta calidad. Es así que en el año 2022 el consumo promedio de carne de pollo por la población ecuatoriana fue de 27 kilos (CONAVE, 2022).

La cantidad estimada de consumo de carne de pollo, que se produce en instalaciones avícolas técnicas, registradas, y reguladas por AGROCALIDAD varían conforme los años. En el año 2018 el kilo/persona consumido fue de 26,43kg en comparación al año 2022 que incremento de 0,88 kg /persona, dando un total de 27,31 kg (Tabla 1).

El consumo de carne de pollos provenientes con crianza a campo abierto es marginal, debido al hecho que su tiempo de crianza es muy prolongado para alcanzar un peso comercial, y su costo es significativamente más alto, sin embargo la preferencia de su consumo es algo tradicional, por mencionar que es un “ave criolla” que se destaca que su sabor más intenso, textura más compacta que el de broiler, color de carne más oscuro, y en la cultura popular se cree que los broilers de crianza en galpones contiene hormonas por su rápido crecimiento, haciendo suponer en el imaginario colectivo que ello traerá problemas futuros en su salud. El consumo de cinco años atrás indica que el promedio es de 28,05 kilos por persona al año

TABLA 1.-

Consumo de carne de pollo en últimos 5 años en Ecuador.

AÑOS	KILOS / PERSONA
2022	27.31
2021	27.72
2020	28.21
2019	30.62
2018	26.43

Fuente: CONAVE, 2022

Las cifras de consumo regional señalan que la población ecuatoriana, puede aumentar su consumo hasta en 6,36 kilos más para alcanzar la media de la región, es decir un aumento de un 23%, lo cual implica una cantidad muy grande de balanceados.

Las cifras de consumo anuales de carne de pollo en latino américa indica que quien lidera el consumo es Argentina con 48 kilos de consumo/año/habitante, siendo que la población Argentina es de más de 45 millones (World Population Dashboard, 2023) (Tabla 2) y es también el de mayor consumo de carne bovina (Consumo de carne de res per cápita en países de América Latina, Oct.2023).

TABLA 2.- Consumo de carne de pollo en países de la región.

PAISES	CONSUMO DE POLLO EN KG
ARGENTINA	48
PANAMA	48
PERU	47,3
BRASIL	45.5
BOLIVIA	45
REP. DOMINICANA	45
COLOMBIA	36,8
MEXICO	33,77
CHILE	32,2
COSTA RICA	31,5
GUATEMALA	31,29
ECUADOR	27,31
PARAGUAY	26
URUGUAY	24,5
EL SALVADOR	24,45
HONDURAS	21,95
NICARAGUA	21,5
VENEZUELA	15,92
PROMEDIO	33.67

FUENTE: Cátedra avícola y agropecuaria (Ruiz, 2023)

Se estima que producir un kilo de carne de pollo, demanda el consumo de 1,6 a 2,2 kilos de alimento balanceado, lo cual depende de la raza, método de crianza, ambiente, calidad del alimento e insumos. La población ecuatoriana al 2022 totalizó 16'938.986 habitantes (INEC, 2022). Si consideramos que para llegar a la media regional de consumo se debe incrementar en 6,36 kilos de carne de pollo, se necesitará de 204'690.706 kilos de alimento balanceado adicionales, lo cual es una gran presión para toda la cadena de producción, de ahí la necesidad de contar con insumos ó aditivos que, utilizados en la crianza de los broilers permitan mejorar los índices productivos, sin tener que recurrir a las alternativas antibióticas como mejoradores de la producción.

2.2. Bacterias en la avicultura

El uso de bacterias en la avicultura ha sido objeto de investigación en los últimos 50 años. La resistencia antimicrobiana es un problema importante en la producción avícola, y se han realizado estudios para encontrar alternativas a los antimicrobianos tradicionales que se han utilizado masivamente en la producción avícola de forma general, con el propósito de mejorar los índices productivos, y mantener la salud animal durante su ciclo productivo. Algunas bacterias, como *Lactobacillus spp.* y *Bifidobacterium spp.*, han demostrado ser efectivas para mejorar el crecimiento y la salud de las aves de corral (Araujo et al., 2019).

Las bacterias utilizadas en la producción avícola y que son las de mayor uso hasta ahora, son:

- ***Lactobacillus plantarum***: ayuda a mejorar la producción, conversión alimenticia, y baja de la mortalidad. (Bao et al., 2022)
- ***Bacillus amyloliquefaciens***: muestra mejoras en rendimiento y calidad de la carne. (Tsukahara et al., 2018)
- ***Enterococcus faecalis***: se lo utiliza sus propiedades antimicrobianas y capacidad de modular la microbiota intestinal del ave. (Chavez et al., 2016)
- ***Clostridium butyricum***: bacteria que presenta acción en la inhibición de patógenos y promoción del crecimiento del ave. (Abd El-Hack et al., 2020)

2.3. Factores de los probióticos

Los principales factores que se deben considerar para que un probiótico sea elegido como una bacteria para incorporarse en el proceso productivo de explotaciones avícolas de pollos de carne, son:

- Análisis de crecimiento y rendimiento: se evalúa el peso final, tasa de conversión alimenticia y eficiencia en la conversión de alimentos en energía.
- Mortalidad: se evalúa la diferencia entre los broilers que reciben el probiótico y los que no reciben el tratamiento.
- Microbiota intestinal: se estudia la modulación intestinal de la microbiota por los probióticos identificando especies benéficas y disminución de las patógenas

- Respuesta inmunológica: Se evalúa la respuesta inmunológica, como la producción de anticuerpos y activación de células inmunitarias.
- Calidad de carne: Se analiza la calidad de carne, entre los broilers que reciben tratamiento y los que no reciben; algo que se aprecia mucho en varios mercados es la coloración de la carne, la más amarilla tiene mayor aceptación del consumidor, de ahí que se utiliza mucho pigmentantes para este fin.
- Rendimiento a la canal: Esto se corresponde a una mejor relación del peso de la carne frente a los productos de descarte como las plumas, huesos, intestinos
- Economía: Que se ve favorecida al tener menos enfermedades que tratar, menos gasto en alimento balanceados, mayor aprovechamiento de las instalaciones al aumentar el número de crías por año. (Marlin García Sorrondegui & de Varona, 2012)

2.4. *Rhodobacter sphaeroides*

Rhodobacter sphaeroides son bacterias púrpuras fotosintéticas, del filum proteobacterias fototróficas que, mediante el proceso de fotosíntesis propio de vegetales y algas, es capaz de obtener energía para sus procesos metabólicos, además es característico su pigmentación que va entre el rojo intenso, a un color rojo ligero, sin embargo se puede observar colores matizados verdosos, esta coloración está dado por la presencia de bacteria clorofila y carotenoides que proveen de este color peculiar, además es fundamental la presencia de luz radiante, que en condiciones de campo se cubre con el sol y, en condiciones de producción en biorreactores estos deben tener su fuente de iluminación, para cubrir las necesidades de luz. *Rhodobacter sphaeroides*, es una bacteria no sulfurosa (García-López et al., 2015) que, junto con las bacterias verdes tienen como principal metabolismo el fotosintético (fotoquímica reductiva de dióxido de carbono), pero se separan del reino vegetal, pues el hidrógeno no proviene del agua sino del sulfuro de hidrógeno (Van Niel, 1929).

La clasificación taxonómica de la bacteria es:

- **Dominio:** Bacteria
- **Reino:** Monera
- **Filo:** Proteobacteria
- **Clase:** Alphaproteobacteria
- **Orden:** Rhodobacterales
- **Familia:** Rhodobacteraceae
- **Género:** *Rhodobacter*
- **Especie:** *Rhodobacter sphaeroides*

En 1907 se categorizó en género a las bacterias *Rhodobacteria* para clasificar estos microorganismos como bacterias púrpuras, (Molisch, 1907) aunque no fue hasta 1998 que se le confirió la categoría de Filum identificado como Proteobacteria, actualmente se conoce como Filum Pseudomonadota (*Taxonomy browser (Rhodobacterales)*, 2023), la jerarquía taxonómica no es relevante, sin embargo se enmarca en los árboles filogenéticos que abarca a las bacterias quimio heterótrofas gram negativas (T. Cavalier-Smith, 1998).

2.4.1. Morfología y Metabolismo

El metabolismo de *Rhodobacter sphaeroides* es muy flexible en relación a otras bacterias, en términos de uso de oxígeno es una bacteria facultativa, puede crecer en ambientes aerobios ó anaerobios, así como también es capaz de realizar fotosíntesis o fermentación dependiendo las circunstancias.

De requerirlo puede usar compuestos orgánicos como fuente de carbono para un crecimiento foto heterótrofo y, en el caso del proceso quimio heterótrofo usa el hidrógeno como fuente reductora para estos mismos tipos de crecimiento.

Una ventaja de *Rhodobacter sphaeroides* es que tiene la posibilidad de foto asimilar productos orgánicos de bajo peso molecular en material celular en presencia de luz bajo condiciones de limitación de oxígeno y anaerobiosis, aun así, *Rhodobacter sphaeroides* es capaz de crecer en condiciones de altas concentraciones de oxígeno que promueve el comportamiento microaerófilo, permitiendo al microorganismo la fácil transición entre el crecimiento quimio autótrofo y foto heterótrofo (Pfenning N, 1978)

Rhodobacter sphaeroides tiene la capacidad de crecer por respiración aeróbica y anaeróbica y fotosintéticamente en presencia de luz radiante en condiciones anaeróbicas, así como de forma fermentada. Puede fijar el nitrógeno y el dióxido de carbono de la atmósfera. Guarda similitud a otros gramnegativos de la clase de proteobacterias en procesos de cultivos aerobios, sin embargo, la reducción en la tensión de oxígeno induce una diferenciación intracelular de la membrana interna, lo que genera la formación del sistema de membrana intracitoplasmática (ICM). El ICM alberga los complejos integrales de pigmento-proteína de membrana que constituyen el fotosistema (PS), compuesto por el centro de reacción (RC) y dos complejos de recolección de luz (LH) (Pfenning N, 1978).

2.4.2. Mecanismo fotosintético

El mecanismo general fotosintético ha sido bien definido a lo largo de los años en *Rhodobacter sphaeroides*. Al bajar las concentraciones de oxígeno en el medio la bacteria desarrolla membranas intracitoplasmáticas, que son invaginaciones de la membrana citoplasmática las cuales contienen el sistema fotosintético incluyendo complejos proteínicos de pigmentación o

recolección de luz denominados LH, los cuales se designan como B800-850 (LHII) y BT875 (LHI), estas designaciones están dadas por su capacidad de absorción de luz solar o radiante; estos complejos pigmentos-proteínas, son llamados Complejos Espectrales (SC) de *R. sphaeroides*, y finalmente los transportadores de electrones fotosintéticos (Ermler U et al, 1994).

El “centro de reacción” (CR) es una proteína pigmento encontrada en la membrana en donde los fotones de luz son atrapados y su energía es transformada en forma química, forma parte esencial en la fotosíntesis y fotoquímica bacteriana (Ermler U et al, 1994).

Los complejos LH capturan la energía radiante solar o artificial y, la dirigen al interior de los RC, que es donde se convierte la energía capturada y se acopla intrínsecamente con un flujo cíclico de electrones y al final con el citocromo C2 ubicado en la periferia del citoplasma.

La bacterio clorofila (Bchl) retiene la mayor parte de energía de la luz dentro de los SC y es primordial para el montaje y la estructura final de los SC. Otro compuesto presente son los carotenoides (Crt) que conservan una acción menor en cuanto a la absorción de energía lumínica, pero permiten una protección de los complejos contra el daño foto oxidativo, al disgregar el exceso de energía lumínica manteniendo la estructura y la relativa abundancia de cada SC (Zeilstra-Ryalls et al., 1998).

Los cromatóforos tienen una función no bien definida aún, son pequeñas vesículas selladas (de alrededor de 50 Amstrongs) producto de la separación de las invaginaciones, hay investigaciones concurrentes que aportan en su conocimiento (Schachman HK et al, 1952).

En *Rhodobacter sphaeroides*, las vías metabólicas de la respiración y la fotosíntesis comparten el mismo encadenamiento de transferencia de electrones. El oxígeno suprime la síntesis de bacterio clorofila y los carotenoides, además de prevenir la formación de complejos fotosintéticos. Sin embargo, algunos citocromos se producen y la cadena de transferencia de electrones en la respiración puede utilizarlos a una oxidasa menos afín al oxígeno inducida por estrés de oxígeno. (Melandri AB et al, 1978).

Por otra parte, *R. sphaeroides* es una bacteria Gram negativa y fotosintética facultativa; las células de *R. sphaeroides* pueden vivir tanto en agua dulce como en agua de mar, de ahí su uso es ubicuo tanto en explotaciones acuícolas, agrícolas, pecuarias y ambientales; forman una película rosada en la superficie de los estanques lo cual identifica su presencia.

Además de la actividad fotosintética, *R. sphaeroides* muestra gran diversidad metabólica que incluyen fototropismo, 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 (Melandri AB et al, 1978).

La apariencia es de una bacteria de forma circular o coco bacilar, que mide entre 0,5 y 1 μm . De sus características funcionales destaca que puede crecer en condiciones anaerobias con luz, o aerobias sin luz.

CAPÍTULO III: Diseño metodológico

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de diseño de investigación del estudio es experimental puro, con el propósito de evaluar la mejora de índices productivos en la crianza de pollos broilers, con la aplicación en el agua de bebida con dos niveles de inclusión (0,1 y 0,5%) de un cultivo microbiano de la bacteria *Rhodobacter sphaeroides*

3.2. Cepa Bacteriana

La cepa de la bacteria en estudio tiene su origen en Korea del Sur, está registrada en el Instituto de Investigación de Biociencia y Biotecnología de Korea, el dueño del registro es la empresa EcoBizNet y el número de patente es 10-1200235.

3.3. La población y la muestra

3.3.1. Características de la población

La población de pollos tiene origen de incubadora INCA, pollos de carne de raza Cobb 500, son de rápido crecimiento, baja conversión alimenticia, alta viabilidad, manejo rústico, adaptación a diversos climas.

3.3.2. Delimitación de la población

La población sujeta a estudio consistió en un total de 90 pollos broiler, distribuidos en tres repeticiones, cada una compuesta por 10 individuos. Se implementaron tres tratamientos distintos: tratamiento testigo (grupos de control), tratamiento 1 con una concentración de 0,1% PSB y tratamiento 2 con una concentración de 0,5% PBS (Tabla 3).

TABLA 3.-

DISTRIBUCIÓN DE GRUPOS

<u>T1 0.1% PSB</u>	<u>T2 0.5% PSB</u>	<u>TESTIGO</u>
REP 1 (10 individuos)	REP 1 (10 individuos)	REP 1 (10 individuos)
REP 2 (10 individuos)	REP 2 (10 individuos)	REP 2 (10 individuos)
REP 3 (10 individuos)	REP 3 (10 individuos)	REP 3 (10 individuos)

Fuente: Autor, 2024

3.3.3. Tipo de muestra

El tipo de muestra para este estudio es completamente al azar, para formar los distintos grupos objeto de estudio, de tal manera que sea fiel reflejo de lo que ocurre en la población en general.

3.3.4. Proceso de selección de la muestra

El proceso de selección de la muestra, se realizó de la siguiente manera:

- Los pollos llegan a la granja en cajas de 100 pollos y de un día nacidos.
- Los pollos se pueden entregar “sexados” es decir sólo machos (que tienen la característica de ganar peso más rápido que las hembras) pero su valor es más alto que las entregas sin sexar. Para esta prueba no hubo entrega sexada, pues es lo más común en las explotaciones, se trabajó con población mixta.
- Luego se llevaron a espacios separados dentro del mismo galpón, donde se dividieron 9 espacios de 1 metro cuadrado cada uno donde se colocaron los pollos por cada tratamiento y cada repetición.
- Cada grupo mantiene dentro de su espacio un comedero y un bebedero de tipo manual.

3.4. Análisis estadístico

El método de estadístico para evaluar este estudio es la estadística inferencial la cual permite en base a sus resultados tomar decisiones sobre las hipótesis planteadas.

3.5. Procesamiento estadístico de la información.

Los datos se procesaron utilizando la herramienta de ANALISIS DE DATOS de la hoja de cálculo Excel; usando la prueba “Análisis de varianza de dos factores, con varias muestras por grupo”. Los resultados obtenidos se procesaron con la prueba de F que mide las varianzas entre grupos y dentro de los grupos de investigación.

Los datos se agruparon en una tabla utilizando los valores promedios de los grupos, para que sean ingresados en el aplicativo de Excel, la normalización de datos fueron analizados en el software SPSS versión 29.

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1 Análisis de los resultados

Los valores de normalidad de los datos del estudio tienen un valor de significación (Sig.) menor al 0.001 tanto en la prueba de Kolmogorov-Smirnov como para la prueba de Shapiro-Wilk, lo que indica que hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula de normalidad, por lo tanto, los datos siguen una distribución normal. Cabe destacar que por tener más de 50 datos la prueba de Kolmogorov-Smirnov es la referente para la validación (Tabla 4).

TABLA 4.- Prueba de normalidad de los datos

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PESO POLLO SEM	.134	720	<.001	.896	720	<.001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Autor, 2024

La variación entre los grupos es significativamente grande, indicando que hay diferencias notables entre al menos dos de los grupos evaluados. En este contexto, las medias de todos los valores; se observa que el valor F para este segmento es mayor al de la tabla de probabilidad, lo cual determina la eficiencia del tratamiento. Tabla 5

Tabla 5.- ANOVA de pesos

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	Suma de cuadrados	G. libertad	Prom_Cuadra	F	Probabilidad	Valor crítico F
Entre Grupos	518,850.69	2.00	259,425.34	176.97	2.74E-30	3.11
Columnas	632.96	2.00	316.48	0.22	0.81	3.11
Interacción	1,386.11	4.00	346.53	0.24	0.92	2.48
Dentro del grupo	118,737.90	81.00	1,465.90			
Total	639,607.66	89.00				

Fuente: Autor, 2024

En los pesos semanales que mostraron los pollos broiler la variación entre las muestras es significativamente grande, indicando que hay diferencias notables entre al menos dos de las muestras evaluadas, ya que el valor crítico de F (3.19 – 2.21) para ambos grupos evaluados es mayor a la de probabilidad (Tabla 6).

TABLA 6.- ANOVA PESOS SEMANALES

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo

Origen variaciones	Suma_Cuadr	GL	Prom_Cuadr rados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	414,532.08	2.00	207,266.04	722.01	1.5107E-36	3.19
Columnas	81,765,319.3	7.00	11,680,759.91	40,689.8	2.7723E-88	2.21
Interacción	378,362.13	14.0	27,025.87	94.14	6.0676E-30	1.90
Dentro del grupo	13,779.26	48.0	287.07			
Total	82571992.81	71				

Fuente: Autor, 2024

Otro de los puntos evaluados dentro del estudio fue el rendimiento del ave a la canal (lo que queda luego de sacar las vísceras y las plumas) y demuestra también la superioridad de los resultados de los tratamientos.

El tratamiento que arroja los mejores resultados es el T2 donde se utilizó la solución de PSB en concentración de 0,5% por litro de agua de bebida Ad-Libitum, pues es el de mayor ganancia de peso, al igual que en el rendimiento a la canal.

Sin embargo, en la evaluación económica del mejor rendimiento o beneficio para el productor se da con el tratamiento T1 pues por el costo del producto usado, deja un margen menor de beneficio en el caso del T2 (Tabla 7).

TABLA 7.- ANOVA DEL RENDIMIENTO A LA CANAL

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	Sum_Cuadr	GL	Prom_Cuadr	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	704,560.28	2.00	352,280.14	93.43	5E-12	3.40
Columnas	56,114,632.79	3.00	18,704,877.60	4,960.68	1E-33	3.01
Interacción	239,483.98	6.00	39,914.00	10.59	9E-06	2.51
Dentro del grupo	90,495.06	24.00	3,770.63			
Total	57,149,172.11	35.00				

Fuente: Autor, 2024

Los valores de consumo de agua se relaciona al doble del valor de consumo de alimento y, es el referente para el suministro de PSB, que es 1 cc/Lt/Agua (T 0,1%) y de 5 cc/Lt/Agua (T0,5%).

TABLA 8.- CONSUMO DE ALIMENTO, AGUA, CANT. PSB y COSTO DEL INSUMO.

CONSUMO ALIMENTO kg	CONSUMO AGUA lt	PSB 1ML	PSB 5ML	COSTO PSB 1ML	COSTO PSB 5ML
25,620.00	51,240.00	51,240.00	256,200.00	\$ 461.16	\$ 2,305.80

Fuente: Autor, 2024

El peso de los pollos broiler también mostró diferencias entre tratamientos, donde el T0 alcanzó un peso de 2990.60 g, mientras que el T1 3335,23g y el T2 3408.60 dando una ganancia de peso total de 344,63 g comparando el T0 con T1; 418 g de diferencia entre T0 y T2; y de 73,37 g entre T1 y T2

TABLA 9.- DIFERENCIAS DE PESO ENTRE LOS GRUPOS

DIFERENCIAS DE PESO ENTRE GRUPOS (gramos)		DIFERENCIAS TESTIGO CON T1 (1ML PSB)	DIFERENCIAS TESTIGO CON T2 (5ML PSB)	DIFERENCIAS T1(1ML PSB) CON T2 (5ML PSB)
PESO TESTIGO (T0 AGUA SIMPLE)	2990.60	344.63 10,33%	418.00 12,26%	73.37 2,1%
PESO T1 (1ML PSB)	3335.23			
PESO T2 (5ML PSB)	3408.60			

Fuente: Autor, 2024

Los resultados muestran el beneficio económico que reporta los diferentes usos de PSB y donde se determina que, si bien el peso alcanzado es mayor con el T2, sin embargo el beneficio monetario es más alto con el T1.

En el caso de este ensayo hay que destacar que la mortalidad en las unidades experimentales fue del 0%.

Además los precios estimados a la fecha de cuando se realizó este trabajo fueron: Precio del kilo de pollo en pie US\$1,76 y el precio por centímetro cúbico de PSB US\$0,01. Se debe considerar que para efectos de los cálculos generales se tomó el total de pollos que fueron 5000.

TABLA 10.- DETERMINACIÓN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS

TRATAMIENTOS	COSTO	PESO DIFERENCIA/POLLO	GANANCIA KG LOTE	VENTA KILOS * VALOR PROMEDIO	UTILIDAD (VENTAS - GASTO PSB)
TESTIGO (T0)	\$	0.00	0.00	\$	\$
T1 (1ML PSB)	\$ 461.16	344.63	1723.15	\$ 3,038.26	\$ 2,577.10
T2 (5ML PSB)	\$ 2,305.80	418.00	2090.00	\$ 3,685.09	\$ 1,379.29

Fuente: Autor, 2024

En los valores de conversión alimenticia siendo que el T2 es el más bajo, sin embargo en los resultados económicos que se pueden ver en la tabla 10 es de un valor de \$1379,29 frente a \$2577,10 del T1 lo cual determina que el mejor tratamiento si, lo que se quiere obtener es mayor rendimiento a la inversión es la inclusión de PSB en orden de 0,1% en el agua de bebida que corresponde al T1 (Tabla 11).

TABLA 11.- CONVERSION ALIMENTOS

CONVERSION	T0	T1	T2
PESO FINAL	2,990.60	3,335.23	3,408.60
CONS_ALIM.	5,124.00	5,124.00	5,124.00
CONVERSION	1.713	1.536	1.503

Fuente: Autor, 2024

TABLA 12.- RENDIMIENTO A LA CANAL

TRATAMIENTO'	PESO VIVO	DESPLUMADO	EVICERADO	RENDIMIENTO
T0	2,998.42	2,675.33	2,174.42	72.52%
T1	3,374.08	2,974.75	2,471.00	73.23%
T2	3,437.42	3,125.67	2,604.67	75.77%

Fuente: Autor, 2024

4.2 Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos en esta prueba señalan que el uso de *Rhodobacter sphaeroides* en explotaciones de pollos broilers es una alternativa prometedora para mejorar tanto los índices productivos y en consecuencia los resultados económicos ser más atractivos para un productor; por los siguientes considerandos:

- Permite una ganancia mayor de peso, alcanzando los pesos de mercado en un tiempo menor al manejo regular de la explotación avícola en la granja San Jorge.
- La conversión de alimento balanceado en carne, es favorable también, ya que permite al ave ganar peso más alto con la misma cantidad de consumo de los otros grupos.

- El mejor tratamiento es el T2 que presenta los mejores resultados en cuanto a ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.
- El rendimiento a la canal, que es un parámetro importante en este tipo de explotación, también mostró ser superior al grupo testigo, lo cual es muy favorable para el consumidor, pues las partes no comestibles del ave representan un porcentaje menor en relación al total del ave faenada
- El tratamiento que mejor beneficio económico ofrece al productor es el T1 que utiliza las PSB en orden de 0,1% en el agua de bebida.

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Al término de esta prueba se puede concluir que el uso de la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* en el agua de bebida en concentración de 0,5% es favorable en ganancia de peso, conversión y rendimiento a la canal de broilers que reciben Ad-Libitum esta solución. La inclusión de una concentración al 0,1% es también efectiva en los parámetros que se evaluaron, aunque el rendimiento fue menor, sin embargo, en términos del beneficio económico resulta mejor para el productor utilizar la dosis de 0,1%.

5.2 Recomendaciones

El uso de la bacteria *Rhodobacter sphaeroides* muestra resultados prometedores, y se recomienda su uso para conseguir mejores índices productivos en la crianza de pollos broilers, se recomienda sin embargo realizar más pruebas en otras regiones del Ecuador, pues en el clima de la sierra es favorable para la crianza de animales por ser una región de climas templados, sin muchas variaciones anuales; y así poder confirmar que los resultados obtenidos en este ensayo son sustentables en diversos pisos climáticos.

Bibliografía

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shafi, M. E., Qattan, S. Y. A., Batiha, G. E., Khafaga, A. F., Abdel-Moneim, A.-M. E., & Alagawany, M. (2020). Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6), 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>
- Alloul, A., Muys, M., Hertoghs, N., Kerckhof, F.-M., & Vlaeminck, S. E. (2021). Cocultivating aerobic heterotrophs and purple bacteria for microbial protein in sequential photo- and chemotrophic reactors. *Bioresource Technology*, 319(124192), 124192. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124192>
- Araujo, R., Polycarpo, G. V., Barbieri, A., Silva, K. M., Ventura, G., & Polycarpo, V. C. C. (2019). Performance and economic viability of broiler chickens fed with probiotic and organic acids in an attempt to replace growth-promoting antibiotics. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*, 21(2), eRBCA-2018-0912. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0912>
- Bao, C., Zhang, W., Wang, J., Liu, Y., Cao, H., Li, F., Liu, S., Shang, Z., Cao, Y., & Dong, B. (2022). The effects of dietary *Bacillus amyloliquefaciens* TL106 supplementation, as an alternative to antibiotics, on growth performance, intestinal immunity, epithelial barrier integrity, and intestinal Microbiota in broilers. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 12(22), 3085. <https://doi.org/10.3390/ani12223085>
- Canniffe, D. P., & Hunter, C. N. (2014). Engineered biosynthesis of bacteriochlorophyll b in *Rhodobacter sphaeroides*. *Biochimica et Biophysica Acta. Bioenergetics*, 1837(10), 1611–1616. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2014.07.011>
- Chavez, L. A., López, A., & Parra, J. E. (2016). El uso de *Enterococcus faecium* mejora parámetros productivos en pollos de engorde. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 63(2), 113. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v63n2.59358>

COBB 500, pollo engorde. (2022). Cobb-vantress.com. https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf

Conave, P. (2022, marzo 11). El sector avicultor y su aporte en la generación de fuentes de empleo en el Ecuador. *CONAVE - Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador*. <https://conave.org/el-sector-avicultor-y-su-aporte-en-la-generacion-de-fuentes-de-empleo-en-el-ecuador/>

Consumo de carne de res per cápita en países de América Latina. (2022). Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/1281492/ranking-de-consumo-por-persona-de-carne-de-vacuno-en-america-latina/>

de los Angeles Gutiérrez, M. (2023, diciembre 20). *Perspectivas para comercio avícola en 2024: Mantener los mercados equilibrados en medio de un crecimiento lento*. aviNews, la revista global de avicultura; agriNews. <https://avinews.com/perspectivas-avicola-para-2024-mantener-los-mercados-equilibrados/>

Eyes, A. G. A. (2015, julio 17). *Selección de un medio de cultivo de Rhodobacter sphaeroides para la producción de hidrógeno con diversas fuentes de carbono y nitrógeno*. Ipn.mx. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18125/tesina%20mejorada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García-López, D. A., De Philippis, R., & Olguín, E. J. (2015). El potencial de las bacterias purpuras no sulfurosas (BPNS) en la producción biológica de hidrógeno. *Revista Latinoamericana de biotecnología ambiental y algal*, 6(1). <https://doi.org/10.7603/s40682-015-0001-6>

Gaviria, Y. S., Figueroa, O. A., & Zapata, J. E. (2021). Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos. *CIT Informacion Tecnologica*, 32(3), 79–88. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642021000300079>

Historia de la avicultura en Ecuador, Maiz&Soya. (2023, marzo). Maizysoya.com. <https://www.maizysoya.com/lector.php?id=20201114&tabla=articulos>

- Jara, H. (2023, marzo 27). *En Ecuador aumentó el consumo de carne de pollo*. Infomercado Ecuador. <https://infomercado.net/ecuador/en-ecuador-aumento-el-consumo-de-carne-de-pollo/>
- Katerine, A., & Rocha, M. (2012). *Uso de Antimicrobianos en la Avicultura: sus Implicaciones en la Salud Pública*. Edu.co. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20773/05598590.2012.pdf?sequence=1>
- Li, W., Xu, B., Wang, L., Sun, Q., Deng, W., Wei, F., Ma, H., Fu, C., Wang, G., & Li, S. (2021). Effects of *Clostridium butyricum* on growth performance, gut Microbiota and intestinal barrier function of broilers. *Frontiers in microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.777456>
- Li, Z., Long, L., Jin, X., Li, Y., Wu, Q., Chen, X., Geng, Z., & Zhang, C. (2023). Effects of *Clostridium butyricum* on growth performance, meat quality, and intestinal health of broilers. *Frontiers in veterinary science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1107798>
- Marlin García Sorrondegui, M., & de Varona, M. C. Y. L. (2012). *EMPLEO DE PROBIÓTICOS EN LOS ANIMALES*. Com.ar. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/45-Empleo_probioticos.pdf
- Mendoza Rivadeneira, F. A., Barre Zambrano, R. L., Vargas Zambrano, P. A., & Zambrano Pinoargote, L. I. (2019). Harina integral de zapallo (cucúrbita moschata) para alimento alternativo en la producción avícola. *CIENCIAMATRIA*, 5(9), 668–679. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i9.256>
- Moreta, M. (2023, marzo 25). *En Ecuador el consumo de carne de pollo aumentó en el 3,14% en el 2022*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/ecuador-consumo-carne-pollo-aumento-2022.html>
- Neveling, D. P., & Dicks, L. M. T. (2021). Probiotics: An antibiotic replacement strategy for healthy broilers and productive rearing. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12602-020-09640-z>

- Noh, E. B., Kim, Y. B., Seo, K. W., Son, S. H., Ha, J. S., & Lee, Y. J. (2020). Antimicrobial resistance monitoring of commensal *Enterococcus faecalis* in broiler breeders. *Poultry Science*, 99(5), 2675–2683. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.01.014>
- Nunes, R. V., Scherer, C., Pozza, P. C., Eyng, C., Bruno, L. D. G., & Vieites, F. M. (2012). Use of probiotics to replace antibiotics for broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(10), 2219–2224. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982012001000012>
- Pelicano, E. R. L., Souza, P. A., Souza, H. B. A., Figueiredo, D. F., Boiago, M. M., Carvalho, S. R., & Bordon, V. F. (2005). Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*, 7(4), 221–229. <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2005000400005>
- Ruiz, B. (2023, mayo 12). *Ranking latinoamericano de consumo de pollo y huevo*. Catedra Latam. <https://catedralatam.com/ranking-latinoamericano-de-consumo-de-pollo-y-huevo/>
- Šimunović, K., Sahin, O., Erega, A., Štefanič, P., Zhang, Q., Mandić Mulec, I., Smole Možina, S., & Klančnik, A. (2022). *Bacillus subtilis* PS-216 spores supplemented in broiler chicken drinking water reduce *Campylobacter jejuni* colonization and increases weight gain. *Frontiers in microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.910616>
- Spanoghe, J., Vermeir, P., & Vlaeminck, S. E. (2021). Microbial food from light, carbon dioxide and hydrogen gas: Kinetic, stoichiometric and nutritional potential of three purple bacteria. *Bioresource Technology*, 337(125364), 125364. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125364>
- Sztandarski, P., Marchewka, J., Konieczka, P., Zdanowska-Sąsiadek, Ż., Damaziak, K., Riber, A. B., Gunnarsson, S., & Horbańczuk, J. O. (2022). Gut microbiota activity in chickens from two genetic lines and with outdoor-preferring, moderate-preferring, and indoor-preferring ranging profiles. *Poultry Science*, 101(10), 102039. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102039>

Tanya Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2), 93–103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093

Taxonomy browser (Rhodobacterales). (2022). Nih.gov. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Tree&id=204455&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>

Torres, C., & Zarazaga, M. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales: ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta sanitaria*, 16(2), 109–112. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-91112002000200002&script=sci_arttext

Tsukahara, T., Inoue, R., Nakayama, K., & Inatomi, T. (2018). Inclusion of *Bacillus amyloliquefaciens* strain TOA5001 in the diet of broilers suppresses the symptoms of coccidiosis by modulating intestinal microbiota. *Animal Science Journal*, 89(4), 679–687. <https://doi.org/10.1111/asj.12980>

Wang, B., Zhou, Y., Tang, L., Zeng, Z., Gong, L., Wu, Y., & Li, W.-F. (2021). Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* instead of antibiotics on growth performance, intestinal health, and intestinal Microbiota of broilers. *Frontiers in veterinary science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.679368>

World Population Dashboard. (2022). Fondo de Población de las Naciones Unidas. <https://www.unfpa.org/es/data/world-population-dashboard>

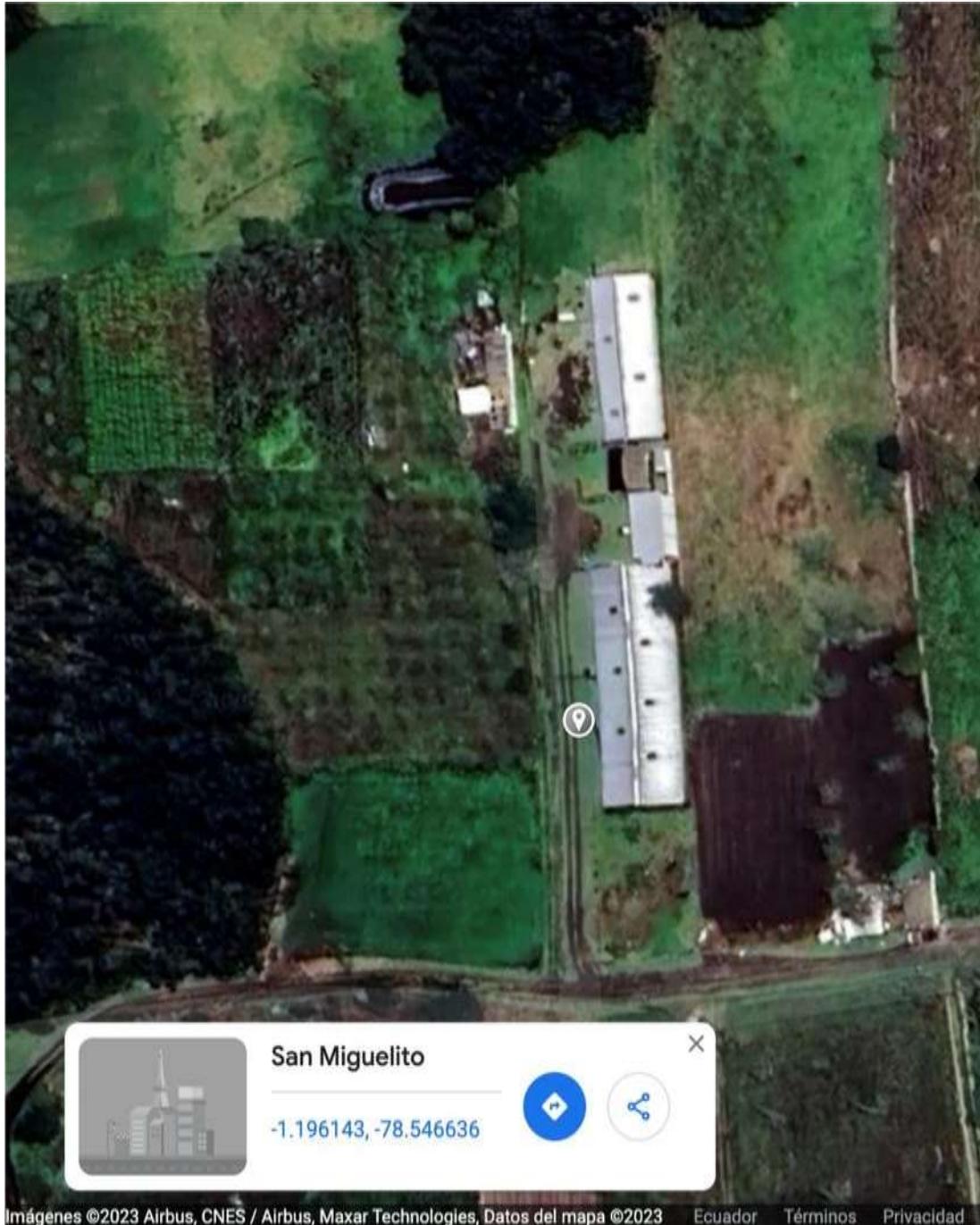
Xu, L., Sun, X., Wan, X., Li, K., Jian, F., Li, W., Jiang, R., Han, R., Li, H., Kang, X., & Wang, Y. (2021). Dietary supplementation with *Clostridium butyricum* improves growth performance of broilers by regulating intestinal microbiota and mucosal epithelial cells. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu Shou Yi Xue Hui)*, 7(4), 1105–1114. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.01.009>

Yang, T., Du, M., Zhang, J., Ahmad, B., Cheng, Q., Wang, X., Abbas, Z., Tong, Y., Li, J., Zhou, Y., Zhang, R., & Si, D. (2023). Effects of *Clostridium butyricum* as an antibiotic alternative on growth performance, intestinal morphology, serum biochemical response, and immunity of broilers. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 12(3), 433. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030433>

Zeilstra-Ryalls, J., Gomelsky, M., Eraso, J. M., Yeliseev, A., O’Gara, J., & Kaplan, S. (1998). Control of photosystem formation in *Rhodobacter sphaeroides*. *Journal of Bacteriology*, 180(11), 2801–2809. <https://doi.org/10.1128/jb.180.11.2801-2809.1998>

ANEXOS

IMAGEN 1.- Ubicación geográfica
COORDENADAS DE UBICACIÓN SATELITAL DE LA GRANJA



FUENTE: Google maps

IMÁGENES 2.- Vistas del galpon general



FUENTE: Propias del autor

IMAGENES 3.- Vista general de grupos de Prueba





FUENTE: Propias del autor

IMAGEN 4.- Muestra de UNIDAD EXPERIMENTAL



IMAGEN 5.- molino, mezcladora y balanza de la planta de balanceados



IMAGEN 10.- Balanza de insumos y materias primas



TABLA 11.- FÓRMULAS DE ALIMENTO BALANCEADO INICIAL

FÓRMULA INICIAL		
INGREDIENTE	CANTIDAD KG	CANTIDAD LIBRAS
MAÍZ	566,50	1246,30
SOYA	336,84	741,05
POLVILLO	0,00	0,00
AFRECHO	30,62	67,36
ACEITE DE PALMA	17,35	38,17
CARBONATO DE CALCIO	11,23	24,71
FOSFATO	16,84	37,05
SAL	2,86	6,29
METIONINA	2,96	6,51
PREMEZCLA VITAMINAS BROILER	2,04	4,49
ATRAPADOR TOXINAS	2,04	4,49
SESQUICARBONATO DE SODIO	0,97	2,13
LISINA	2,55	5,61
ANTIFUNGICO	1,02	2,24
PIGMENTANTE	0,50	1,10
ENERGIZANTE	0,00	0,00
ENZIMAS DIGESTIVAS	0,51	1,12
CLORURO DE COLINA	0,61	1,34
ANTICOCCIDIAL	0,41	0,90
TREONINA	0,56	1,23
TOTAL	996,41	2192,10

Fuente.- Doctora Daniela López

TABLA 12.- FORMULA ALIMENTO BALANCEDO CRECIMIENTO

FÓRMULA CRECIMIENTO		
INGREDIENTE	CANTIDAD KG	CANTIDAD LIBRAS
MAÍZ	544,46	1197,81
SOYA	300,26	660,57
POLVILLO	45,04	99,09
AFRECHO	45,04	99,09
ACEITE DE PALMA	20,02	44,04
CARBONATO DE CALCIO	10,01	22,02
FOSFATO	15,01	33,02
SAL	3,00	6,60
METIONINA	2,50	5,50
PREMEZCLA VITAMINAS BROILER	2,00	4,40
ULTRABOND	2,00	4,40
SESQUICARBONATO DE SODIO	0,90	1,98
LISINA	2,00	4,40
MOLDGARD	1,03	2,27
PIGMENTANTE	1,50	3,30
GLUTEC	0,00	0,00
OPTIMISE	0,65	1,43
CLORURO DE COLINA	0,70	1,54
CLOPIDOL	0,40	0,88
TREONINA	0,30	0,66
TOTAL	996,82	2193,00

Fuente.- Doctora Daniela López

TABLA 3.- FORMULA DE ENGORDE

FÓRMULA ENGORDE		
INGREDIENTE	CANTIDAD KG	CANTIDAD LIBRAS
MAÍZ	574,94	1264,86
SOYA	262,77	578,10
POLVILLO	50,53	111,16
AFRECHO	50,53	111,16
ACEITE DE PALMA	24,25	53,35
CARBONATO DE CALCIO	12,13	26,68
FOSFATO	6,97	15,34
SAL	2,93	6,45
METIONINA	2,22	4,89
PREMEZCLA VITAMINAS BROILER	2,05	4,51
ATRAPADOR TOXINAS	0,00	0,00
ATRAPADOR TOXINAS	2,05	4,50
SESQUICARBONATO DE SODIO	1,22	2,68
LISINA	1,13	2,49
ANTIFUNGICO	1,03	2,27
PIGMENTANTE	1,01	2,22
ENERGIZANTE	1,01	2,22
ENZIMAS DIGESTIVAS	1,01	2,22
CLORURO DE COLINA	0,91	2,00
ANTICOCCIDIAL	0,50	1,11
TREONINA	0,30	0,67
TOTAL	999,49	2198,88

Fuente.- Doctora Daniela López

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

