



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: PECUARIA

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTO DEL *Lactobacillus plantarum* CON INCLUSIÓN DE
HARINA DE PESCADO, EN CERDOS DE CRECIMIENTO**

AUTORES:

**JONATHAN RENAN MOREIRA ESPINOZA
MARLON ANTOLIN RODRÍGUEZ ZAMBRANO**

TUTOR:

DR. RONALD R. VERA MEJÍA PhD.

CALCETA, OCTUBRE DEL 2022

DERECHOS DE AUTORÍA

JONATHAN RENAN MOREIRA ESPINOZA, con cédula de ciudadanía **131467055-3**, y **MARLON ANTOLIN RODRÍGUEZ ZAMBRANO**, con cédula de ciudadanía **131100004-4**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



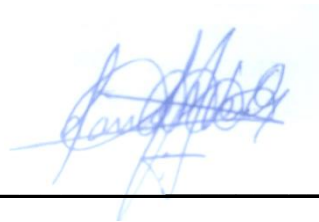
JONATHAN R. MOREIRA ESPINOZA



MARLON A. RODRÍGUEZ ZAMBRANO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Dr. Ronald René Vera Mejía PhD. certifica haber titulado la tesis, **“EFECTO DEL Lactobacillus plantarum CON INCLUSIÓN DE HARINA DE PESCADO, EN CERDOS DE CRECIMIENTO”**, que ha sido desarrollada por **Jonathan Renán Moreira Espinoza Y Marlon Antolín Rodríguez Zambrano**, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



DR. RONALD R. VERA MEJÍA PhD.

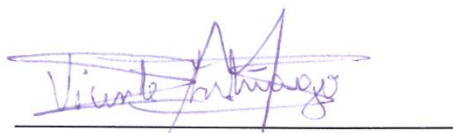
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación, “**EFECTO DEL Lactobacillus plantarum CON INCLUSIÓN DE HARINA DE PESCADO, EN CERDOS DE CRECIMIENTO**”, que ha sido propuesto, desarrollado por **JONATHAN RENAN MOREIRA ESPINOZA Y MARLON ANTOLIN RODRÍGUEZ ZAMBRANO**, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Q. F. Johnny D. Bravo Loor, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



M.V. Vicente A. Intriago Muñoz, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



M.V. Leila E. Vera Loor, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien siempre estuvo presente dándome fuerzas y sabiduría necesarias para culminar mi proceso de formación académica.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres, mi novia, a mi tía Nelly Moreira por su comprensión y ayuda en todos los momentos de mi vida y a mi gran amiga Evelyn Díaz.

Al Dr. Ronald René Vera Mejía, PhD, quien con visión crítica nos permitió desarrollar de la mejor manera nuestro trabajo de investigación, repartiéndose cada uno de sus conocimientos.

JONATHAN RENÁN MOREIRA ESPINOZA

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer a Dios Todopoderoso, quien me dio fuerzas en momentos difíciles de mi vida, especialmente en momentos tan duros que pasé con la pérdida de mi papá Antolín Rodríguez, tuve a punto de rendirme, pero él me dio la fuerza para seguir adelante.

A mi familia, especialmente a mis padres, a mi abuelita y mis hermanos quienes son pilares fundamentales en mi vida, por siempre apoyarme en el transcurso de mi carrera.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, que me ha abierto sus puertas y me brindó educación de calidad.

A los docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria, por haber compartido conmigo sus conocimientos, en especial a mi tutor el DR. RONALD RENÉ VERA MEJÍA PhD por ser una excelente persona que con gran paciencia, dedicación y profesionalismo ha sabido direccionar este trabajo de tesis.

A mi compañero de tesis, Jonathan Renán Moreira Espinoza que me ha brindado su apoyo para culminar este trabajo de tesis.

MARLON ANTOLÍN RODRÍGUEZ ZAMBRANO

DEDICATORIA

A Dios, por haberme concedido la vida y salud para alcanzar esta meta tan anhelada.

A mis padres, Líder Moreira y Deisy Espinoza, son las personas más importantes en mi vida, mi novia y a mi tía Nelly Moreira, quienes siempre estuvieron acompañándome en los momentos más difíciles, que me han motivado a seguir luchando por mis metas.

JONATHAN RENÁN MOREIRA ESPINOZA

DEDICATORIA

A mi Abuelita María Barcia, quien me impulsó a seguir adelante con sus consejos, por su dedicación, porque creyó en mí y siempre estuvo insistiendo para que siguiera adelante en mis estudios.

A mi mamá Marcy Zambrano quien estuvo presente siempre ayudándome en lo que más pudo, insistiendo para que me levante y pudiera viajar hasta Calceta y asistiera a clases

A mi tía madre Daisy Zambrano, por brindarme todo su apoyo incondicional.

A mis hijos Dieguito Rodríguez y Alexander Rodríguez quienes fueron mi fuente de inspiración.

A Mi papá Antolín, porque sé que donde quiera que esté, se encuentra orgulloso de mí.

MARLON ANTOLÍN RODRÍGUEZ ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL	ix
CONTENIDO DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ECOLOGÍA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL (TGI) DE LOS CERDOS	5
2.1.1 CONTRIBUCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS RESIDENTES DEL TRACTO DIGESTIVO A LA FISIOLOGÍA DEL TGI	5

2.1.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA POBLACIÓN MICROBIANA TGI DE LOS CERDOS.	6
2.2. GENERALIDADES DE LAS BACTERIAS	8
2.2.1 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS	9
2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS LACTOBACILOS	10
2.3.2. <i>LACTOBACILLUS PLANTARUM</i>	11
2.4. PROBIÓTICOS	11
2.4.1. MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS PROBIÓTICOS	12
2.4.2. CRITERIO PARA UN PROBIÓTICO	13
2.4.3. CÓMO FUNCIONAN LOS PROBIÓTICOS	14
2.5. EFECTOS DE LOS PROBIÓTICOS ELABORADOS CON LACTOBACILOS EN LA PRODUCCIÓN DE CERDOS	15
2.6. HARINA DE PESCADO	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	18
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	18
3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO	18
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	18
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3.7. ESQUEMA ADEVA	20
3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL	20
3.9. VARIABLES	20
3.9.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	20
3.9.2. VARIABLES DEPENDIENTES	20
VARIABLES PRODUCTIVA	20
VARIABLES DE SALUD	20
VARIABLES MORFOMÉTRICAS	21

VARIABLES ECONÓMICAS	21
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
3.11. PROCEDIMIENTOS	21
3.11.1. ANIMALES E INSTALACIONES	21
3.11.4. MORFOMETRÍA DE ÓRGANOS	23
3.11.5. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
5.1 CONCLUSIONES	30
5.2. RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	42

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Características climáticas	34
Tabla 2. Descripción de los tratamientos	35
Tabla 3. Esquema ADEVA	36
Tabla 4. Indicadores bioproductivos en cerdos tratados con el biopreparado de <i>L. plantarum</i> y la inclusión de harina de pescado	40

RESUMEN

En esta investigación fue evaluado el efecto del *Lactobacillus plantarum* con la inclusión de la harina de pescado al 5 % y al 8 % en la producción porcina en la etapa de crecimiento, se desarrolló utilizando un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos: sin harina de pescado y sin *L. plantarum* (T0, testigo), 5 % de inclusión de la harina de pescado;+ *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ UFC/kg de alimento (T1) y 8 % de inclusión de la harina de pescado + *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ UFC/kg de alimento (T2). Mostraron mejoras en indicadores como peso final, así como en la ganancia media diaria ($p \leq 0.05$). No hubo incidencia de diarreas entre los grupos tratados con respecto al grupo control. En los estudios morfométricos de los órganos se observó un aumento en el peso relativo ($p \leq 0.05$), del hígado, bazo, timo. Se concluye que *L. plantarum* con la inclusión de harina de pescado al 5 % y 8 % mejoró los indicadores bioproductivos y de salud en cerdos de crecimiento.

PALABRAS CLAVE

Probiótico, cerdo, biopreparado, índices morfométricos, parámetros productivos.

ABSTRACT

In this research, the effect of *Lactobacillus plantarum* was evaluated with the inclusion of fishmeal at 5% and 7% in pig production in the growth stage, it was developed using a completely randomized design, with three treatments: without fishmeal fish and without *L. plantarum* (T0, control), 5% inclusion of fishmeal; + *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ CFU/kg of food (T1) and 7% inclusion of fishmeal + *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ CFU/kg of food (T2). They showed improvements in indicators such as final weight, as well as in the average daily gain ($p \leq 0.05$). There was a reduction in the incidence of diarrhea among the treated groups compared to the control group. In the morphometric studies of the organs, an increase in the relative weight ($p \leq 0.05$) of the liver, spleen, and thymus was observed. It is concluded that *L. plantarum* with the inclusion of fishmeal at 5% and 8% improved bioproductive and health indicators in growing pigs.

KEYWORDS

Probiotic, pig, bio preparation, morphometric indexes, production parameters.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción porcina es uno de los sectores pecuarios de mayor crecimiento. Cada día mayor cantidad de cerdos se crían en menos granjas y se trabaja continuamente por incrementar los rendimientos productivos. Según la FAO, antes del 2015 se alcanzaría los mil millones de cerdos en el mundo, el doble que en la década de 1970. Los sistemas de producción actuales, a gran escala, alcanzan un alto nivel de uniformidad, ya que están basados en similar material genético, proporcionándoles un tipo equivalente de alimentación y de infraestructura a los animales.

Durante mucho tiempo, se ha utilizado en la producción porcina los antibióticos promotores de crecimiento, para mantener bajo control problemas de naturaleza digestiva, así como aumentar la eficiencia pero, la utilización de estos productos en animales que se destinan a la alimentación humana, se ha relacionado con un aumento de la resistencia de los humanos a los antibióticos, incidiendo en la crisis de salud global, por lo que a nivel internacional, diferentes niveles de gobierno y organizaciones reaccionaron restringiendo o prohibiendo la utilización de los mencionados productos (Sanches y otros, 2006).

Tal situación llevó a la búsqueda de alternativas y a su desarrollo por parte de diferentes grupos de investigadores, opciones que permitieran el mantenimiento de la salud y del rendimiento de los animales. Las opciones estudiadas incluyeron los probióticos, los cuales se convirtieron en una de las opciones más estudiadas, y estos se definirían como microorganismos, vivos, que pueden ser incluidos en las dietas en ciertas cantidades y reportan un beneficio para la salud del organismo que los hospeda (Flores y otros, 2020).

El uso de estos insumos para alimentar cerdos, puede influir en la regulación de la respuesta del sistema inmunológico, mejorando algunos parámetros productivos como lo son la tasa de conversión alimenticia y también la ganancia de peso vivo al final del ciclo. (Flores y otros, 2020). Existe en cerdos de cualquier edad el riesgo de infección con parásitos que ocasionan diferentes patologías

que tienen la diarrea y la deshidratación como síntoma común, que pueden ser mortales para el animal sin mostrar la diarrea. En los cuadros de diarrea pueden intervenir muchos factores en esta especie etiología multifactorial (Instituto Nacional Tecnológico (INATEC), 2017).

Tradicionalmente la harina de pescado se ha utilizado como suplemento proteico en las dietas para determinadas explotaciones animales, fundamentalmente de pollos de engorde y de cerdos (Windsor, 1983). La harina de pescado en la dieta de cerdos son proteínas y aminoácidos de alta digestibilidad. La lisina es generalmente el aminoácido limitante en la dieta de cerdos, la harina de pescado aporta este aminoácido en forma significativa y por cada porcentaje de harina de pescado incluido en las dietas para cría porcina, la contribución de lisina requerida de otras fuentes se reduce aproximadamente en un 5 % (Gulbrandsen, 1984.).

En la producción porcina debemos recurrir a nuevas alternativas alimenticias, que no ocasionen efectos secundarios en el organismo animal, que mejoren el funcionamiento intestinal, que optimicen un buen estado fisiológico y de salud. Por lo mencionado anteriormente surge la siguiente interrogante ¿La adición del *Lactobacillus plantarum* más la inclusión de la harina de pescado en la fase de destete de cerdos mejorará los parámetros productivos en esta etapa de crecimiento?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Chávez (2005), indica que los probióticos no son solo bacterias, sino también otros organismos como las levaduras. Las levaduras pueden servir como fuentes de aminoácidos, vitaminas y oligoelementos; optimizando, además el proceso de absorción de minerales, amortiguadores de pH, propicia la anaerobiosis, y aumentan la palatabilidad de los alimentos.

El mantener un intestino saludable y con una integridad adecuada es clave para disminuir la aparición de enfermedades digestivas, tener una correcta absorción de nutrientes y mejorar la ganancia de peso; teniendo en cuenta que la salud intestinal está estrechamente relacionada al desempeño productivo, reproductivo y el desarrollo inmunológico. Los medios para mantener la integridad intestinal son variados, siendo el uso de probióticos una alternativa sostenible y viable, no sólo en el tema de sanidad, sino también de inocuidad y producción (Plaza *et al.*, 2019).

Los probióticos pueden definirse como suplementos de organismos que tienen un efecto beneficioso para el animal, pues mejoran el balance microbiano intestinal, optimizan las propiedades de la microbiota endógena y mantienen la integridad intestinal. Existen muchos mecanismos mediante los cuales los probióticos pueden ejercer su acción, entre estos podemos mencionar la adhesión al intestino, neutralización de toxinas, acción bactericida, prevención de síntesis de aminos y mejora del sistema inmunológico (Plaza-Díaz y otros, 2019).

La literatura nos indica el uso adecuado de los microorganismos probióticos en la producción de cerdos ya que esto ayuda a disminuir el uso excesivo de antibióticos, es por ello que la ejecución de este trabajo justifica el uso de los probióticos como alternativa para ayudar a reducir la presencia de partículas nocivas al ambiente, para reestablecer el equilibrio digestivo, fortalecer el sistema inmunológico, mejorar las condiciones fisiológicas y de salud del cerdo, entre otros beneficios y que la adición de la harina de pescado ayuda a mejorar la condición corporal incrementando los parámetros productivos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del *Lactobacillus plantarum* con la inclusión de harina de pescado en cerdos en la etapa de crecimiento.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los parámetros productivos de los cerdos en la etapa de crecimiento con la adición del *Lactobacillus plantarum* y harina de pescado.

Determinar la actividad probiótica de *Lactobacillus plantarum* y la inclusión de harina de pescado en la incidencia de diarreas de los cerdos en la etapa de crecimiento.

Calcular los índices morfométricos de los órganos como el timo bazo e hígado en cerdos en etapa de crecimiento por efecto de la adición del *Lactobacillus plantarum* con la inclusión de harina de pescado.

Estimar el costo/beneficio entre los tratamientos por efecto de la adición del *Lactobacillus plantarum* con la inclusión de harina de pescado.

1.4. HIPÓTESIS

La actividad del *Lactobacillus plantarum* con la inclusión de harina de pescado mejora los indicadores productivos y de salud en los cerdos en etapa de crecimiento.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ECOLOGÍA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL (TGI) DE LOS CERDOS

Al nacimiento del lechón, el tracto gastrointestinal está estéril, no hay bacterias ni otros microorganismos. Dentro de las 24 horas siguientes al nacimiento, se coloniza un gran número de bacterias y levaduras (Canibe y otros, 2005)). El origen de estas será, en principio, de la vagina de la madre (momento del parto), de los pezones (en el momento de lactar), de las heces de la madre (los lechones ingieren heces de la madre) y del medio ambiente (jaula de partos, suelo, etc.). De aquí se puede deducir la gran importancia de adquirir una microbiota endógena natural beneficiosa para que ocupe el nicho del tracto intestinal.

2.1.1 CONTRIBUCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS RESIDENTES DEL TRACTO DIGESTIVO A LA FISIOLOGÍA DEL TGI

Generalmente, se observa un gran número de bacterias dentro del estómago y del intestino delgado en el lechón, en comparación con otras especies animales, en las cuales las fermentaciones microbianas se originan a nivel de íleon, sitio en que la rapidez en el tránsito digestivo se reduce y aumenta el número de bacterias tanto beneficiosas (lactobacilos) como patógenas (*E. coli*) (Pluske *et al.*, 1996).

Se reportan más de 100 especies bacterianas en la microbiota indógena del lechón (Conway, 1994). A las 2-3 horas posparto, se pueden encontrar en el intestino de los lechones *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Clostridium* entre los predominantes están los lactobacilos, los cuales disminuyen en número de colonias al pasar las horas. Muy rápidamente (24 a 48 horas), las familias bacterianas invaden el intestino del lechón (Tajima & Aminov, 2015);. Mientras se amamanta, en general las bacterias que predominan tanto en el estómago como el intestino delgado son lactobacilos y estreptococos.

Poco después del nacimiento se desarrolla una microbiota en el intestino grueso que constituye un amplia y muy variado grupo de bacterias, principalmente del tipo anaerobio estricto, tales como *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*,

Propionibacterium, *Fusobacterium* y *Clostridium* (Quiles & Hevia, 2008)). Esta compleja y estable población microbiana y la actividad metabólica por ellas desarrollada le confiere al animal de una importante resistencia contra la colonización por parte de bacterias diferentes que puedan transitar por esa vía, entre las que se incluyen especies potencialmente patógenas (Fox, 1994).

2.1.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA POBLACIÓN MICROBIANA TGI DE LOS CERDOS.

Bajo circunstancias normales, la microbiota saprofita del intestino protege a los animales contra ciertas enfermedades entéricas; sin embargo, como resultado de incluir los sistemas para el manejo animal un confinamiento en corrales, con un destetado precoz y el movimiento de animales para un adecuado sistema de alimentación, la población de microorganismos patógenos puede comenzar a incrementarse descontroladamente (Fuller, 1989).

Un gran número de especies de bacterias beneficiosas y patógenas habitan dentro del tracto gastrointestinal en los animales (Pluske y otros, 1998) y cuando hay un aumento de estas últimas, las enfermedades gastrointestinales aparecen con un gran impacto sobre la eficiencia productiva de los cerdos, debido a la disminución de la ganancia diaria de peso, desmejora de la eficiencia de la conversión alimenticia, gastos extras de medicación y mortalidad (Sitjar, 2000).

Entonces la diarrea se produce por la inflamación del tracto intestinal originada por el cese en los procesos de absorber y secretar por las células que están recubriendo el epitelio del tracto digestivo, o también por desórdenes de la motilidad intestinal (Tenorio y otros, 1999). La diarrea se puede manifestar como una elevación en la cantidad de agua contenida en las heces, y con un aumento en la deposición diaria de heces.

Cuando la proporción de agua en las heces es mayor de 80% esta se hace evidente. Cuando la causa es la acción de enterotoxinas bacterianas en el intestino delgado la diarrea es característicamente alcalina y acuosa (Ejemplo. diarrea “secretora” por *E. coli*), mientras que aquella asociada al daño y pérdida en el funcionamiento del epitelio, y de la zona más superficial, tiene tendencia a tener características más ácidas y voluminosas (Pluske y otros, 1998), si el sitio

infectado es el intestino grueso, con frecuencia en las heces se puede observar mucus.

Se ha producido daño en el tejido puede aparecer sangre como en presencia de disentería porcina (Pluske y otros, 1998). Las enfermedades entéricas o que cursan con diarreas después del destete incluyen la colibacilosis, que es a menudo causada por bacterias como *E. coli* enterotoxigénica, enfermedad más común y extendida en diferentes centros de crianza (Fouhse y otros, 2016); (Gresse y otros, 2017). Según Pluske *et al.*, (2003), otras afecciones que provocan diarreas son las causadas por las espiroquetas intestinales.

Los virus son también una causa importante de diarreas. Los virus de los tipos rotavirus (diarrea por rotavirus) al igual que los coronavirus (gastroenteritis transmisible) pueden proliferar en el intestino delgado, problema habitual en lechones lactantes (Fu & Hampson, 1987); (Will y otros, 1994). La forma de actuar de los virus podría consistir en aumentar la predisposición o el incrementar otros problemas, y no tanto constituir el motivo inicial que origina la diarrea (Hampson y otros, 1985); (Cox y otros, 1988).

Cuando se produce infección con *Trichuris suis*, que es un parásito del intestino grueso este puede generar diarrea mucoide; esto esto se produce normalmente al criar los lechones sobre suelos sucios (Lindsay, 1989). La infección con coccidias ocurre normalmente durante la lactancia, donde causan una diarrea blanca. *Isospora suis* se considera un importante parásito entérico en lechones, el cual causa coccidiosis en neonatos; una diarrea amarillenta es el principal signo clínico en esta enfermedad, la cual es más prevalente en lechones de 5 a 21 días de edad, no responde a tratamientos usando antibiótico (Lindsay, 1989).

El estrés asociado al destete temprano de los cerdos se conoce que está asociado a disturbios en la microbiota intestinal con efecto negativo en las funciones gastrointestinales. A los dos días de destetados, un gran número de coliformes proliferan en el tracto intestinal, al tiempo que los lactobacilos están deprimidos y su cantidad está reducida casi a cero (Danielson y otros, 1989).

La población de coliformes se incrementa significativamente y está fuertemente correlacionado al aumento del pH del contenido intestinal, esto puede estar sujeto a que los lactobacilos se inhiban por la colonización y proliferación de *E. coli*, debido a un posible bloqueo de los receptores intestinales por la secreción de tóxicos metabólicos (Danielson y otros, 1989).

Jensen (1998), pudo comprobar que en el intestino grueso (ciego-colon) no se produce aumento en la actividad de los microbios hasta después de los 20 días de ocurrido el destete, a diferencia del intestino delgado (íleon) donde solo tarda una semana en lograr la fermentación máxima; una vez que transcurre esta etapa de modificaciones y de actividad dentro de la biota microbiana intestinal, se debería producir una estabilización de la misma.

Al efectuar el destete a diferentes edades que implican cambio de dieta, se observan diferentes efectos sobre la composición y estabilidad de la microbiota gastrointestinal, aumento de la susceptibilidad del lechón con proliferación de bacterias patógenas, causantes de diarreas (Franklin y otros, 2002). Gómez *et al.* (2008), plantearon que cuando el destete se realiza a los 35 días de edad, la longitud que tienen las vellosidades disminuye desde 410 a 299 μm en solamente tres días luego del destete.

Esta reducción en el tamaño produce una notable reducción en el tamaño de la superficie que puede absorber nutrientes de siete a 14 días posteriores al destete y coincide con el tiempo en que se encuentra un problema denominado “caída del destete”, que se caracteriza por la presentación de diarreas y deshidratación Gómez *et al.* (2008). La pérdida de la integridad de la biota intestinal benéfica, estimula la proliferación de bacterias intestinales patógenas; por lo tanto, la inclusión en la dieta de bacterias beneficiosas puede revertir la situación de la integridad intestinal (Knap y otros, 2011).

2.2. GENERALIDADES DE LAS BACTERIAS

Innumerables bacterias de diferentes especies intervienen de una forma ligada en el intestino para mantenerlo funcionando normalmente. Sin embargo, factores como un tratamiento de antibióticos, el estrés pueden alterar el equilibrio

bacteriano originando una reducción en la cantidad de organismos beneficiosos, tales como las bifidobacterias y lactobacilos, con respecto al de bacterias nocivas. Este desequilibrio permite que el organismo tenga mayor propensión a las infecciones que se originan en alimentos tal como las que son causadas por *E. Coli*, *Salmonella* y *listeria* entre otras (García y otros, 2018).

La presencia de bacterias nocivas puede predisponer a sufrir trastornos a nivel intestinal, es en este punto en el cual los probióticos podrían utilizarse (García y otros, 2012). Los prebióticos no pueden confundirse con los probióticos. Los prebióticos son moléculas de azúcares complejos (entre los que se encuentran el lactitol, la lactulosa, una variedad de fructooligosacáridos y la inulina) que se utilizan como una fuente de energía por las bacterias de tipo saludables para promover su actividad y crecimiento, a la vez que detienen la proliferación y la acción de organismos perjudiciales (García y otros, 2012).

2.2.1 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

Las bacterias ácido lácticas son microorganismos beneficiosos de forma bacilar o cocoides, Gram positivos heterogéneos, no producen patologías, no toxicogénicas, fermentadoras, caracterizadas por la producción del ácido láctico partiendo de los carbohidratos, lo que como cultivos iniciadores para la fermentación de alimentos las hace muy útiles. Así mismo, poseen rasgos muy comunes como el ser aerotolerantes, no reducen el nitrato, no forman esporas y no producen pigmentos (Sánchez y Tromps, 2014).

El uso de bacterias ácido lácticas ha tomado gran importancia en los últimos años debido a la capacidad para controlar microorganismos patógenos (Ruiz y otros, 2017). Las bacterias ácido lácticas poseen la capacidad de inhabilitar el crecimiento de bacterias patógenas que perturben la materia prima de los alimentos, que se podrían convertir en la flora preponderante de algunos productos (Londoño y otros, 2015).

2.3. LACTOBACILOS

Las bacterias que se encuentran dentro del género *Lactobacillus* son microorganismo que por lo general se los encuentra en el intestino delgado y en

la vagina de los seres humanos, algunas de las bacterias de este género son consideradas como benéficas ya que son capaces de producir lactasa, Vitamina K y sustancias antimicrobianas como, acidolfina, lactocidina, acidolina y bacteriocina, las cuales ayudan a prevenir y combatir infecciones en sus hospedadores (Cabezas, 2009).

Los Lactobacilos son uno de los grupos más grandes de bacterias dentro de los laboratorios con especies que generalmente son muy tolerantes a los ácidos, el *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus plantarum* se suelen encontrar en distintos hábitats, ya que por lo general otros lactobacilos solo se pueden encontrar en ambientes específicos tales como *Lactobacillus sanfransiscensis* y *Lactobacillus delbrueckii* (Vélez & Menéndez, 2018).

Las bacterias llamadas *Lactobacillus plantarum* poseen el uso benéfico dentro del tracto gastrointestinal de los animales domésticos, fortalecen la actividad de este sin alterar las funciones normales del organismo, estos microorganismos son conocidos como probióticos (Jurado y otros, 2013). Algunas bacterias ácido lácticas como los *L. plantarum* tienen beneficios dentro del huésped, como es la baja de los niveles de colesterol (Jurado-Gámez y otros, 2015).

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS LACTOBACILOS

Los lactobacilos son bacterias anaerobias o microaerófilas, Gram-positivas y dentro de su actividad no poseen la producción de la enzima catalasa. Estos organismos forman ácido láctico como producto final de la fermentación de los azúcares (Euzéby, 2007). Taxonómicamente, el género *Lactobacillus* se ubica en la familia *Lactobacillaceae* (Garrity y otros, 2004).

Los *Lactobacillus* son bacterias que se caracterizan por tener una morfología de bacilos largos y extendidos, sin embargo, también se pueden hallar en forma de cocobacilos, que se pueden presentar en formas de cadenas y sin movilidad por lo cual pueden llegar a ser confundidos con otras bacterias aisladas en materiales clínicos, al igual que pueden encontrarse con movilidad por la presencia de flagelos (Samaniego & Sosa del Castillo, 2000).

Los lactobacilos son auxótrofos quimioorganotróficos, que necesitan de medios complejos para su crecimiento, procesan la sacarosa para obtener lactato. Su hábitat natural es variado pudiéndose encontrar en el aparato gastrointestinal de mamíferos y aves, incluyendo dentro de ellos alimentos de origen vegetal y animal. Generalmente la temperatura óptima para su desarrollo de éstos está entre 30 –40 °C (Ramírez-López & Vélez-Ruiz, 2016).

2.3.2. LACTOBACILLUS PLANTARUM

Presenta células en forma de bacilos largos y extendidos, cuya longitud y curvatura dependen de la composición del medio, la tensión de oxígeno y la edad del cultivo, Sus colonias en medios sólidos son pequeñas (2-5 µm), convexas, opacas y sin pigmentos. Esta es una bacteria láctica de tipo heterofermentativa facultativa, con un metabolismo bastante flexible y gran versatilidad que puede encontrarse en una gran variedad de ambientes; donde incluyen los productos lácteos, cárnicos fermentados, así como el tracto gastrointestinal humano y animal (Kleerebezem y otros, 2003). Sin embargo, se encuentra más habitualmente en alimentos de origen vegetal que estén fermentados.

2.4. PROBIÓTICOS

Los productos empleados como probióticos son utilizados más frecuentemente a medida que pasa el tiempo, dentro de los sistemas de producción animal intensivos y el éxito de su uso, aunque variable en algunos casos, permite afirmar que los mismos se han convertido en una herramienta indispensable para los productores y constituyen una solución alternativa promisoría que cobra cada día mayor interés (Sánchez & Tromps, 2014).

Los probióticos han sido definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Cabe resaltar que, como lo indica esta definición, el término probiótico no está limitado a alimentos o a una administración oral del producto, este término puede utilizarse también en productos de aplicación cutánea, intravenosa, entre otras (Molina, 2019).

Los probióticos son organismos vivos que no tienen limitaciones por tipo de organismo, estos pueden ser hongos, bacterias entre otras. Como lo aclara la definición de la OMS y la FAO, los microorganismos utilizados tienen que tener vida y así puedan ser clasificados como probióticos. Si están muertos no son probióticos, esto es un mal uso del término (Molina, 2019).

Los probióticos son un conjunto de cultivos vivos de una o varias especies microbianas, que al ser administrados como aditivos en el alimento de los animales estimulan efectos favorables en estos, a través de cambios en las poblaciones microbianas del tracto digestivo (Ángel, 2013). Son cepas de microorganismos benéficos vivos que conservan su acción fisiológica y metabolismo; mezclados con sus metabólicos y medios en los cuales crecieron (Ángel, 2013).

Las numerosas formas de actuar de los probióticos contienen la exclusión competitiva por la adhesión en la mucosa intestinal o por los nutrientes, la reducción de la concentración de oxígeno, la promoción de la función de barrera gastrointestinal, la desactivación de determinadas toxinas, la regulación de la permeabilidad del epitelio intestinal y el desarrollo del mismo, la síntesis de bacteriocinas y otros metabolitos, actividades enzimáticas varias inductoras de la absorción de nutrientes y la digestión, así como diversos efectos inmunomoduladores (Blanch, 2015).

Los probióticos son organismos vivos que adicionados a las raciones actúan en el tracto digestivo de los animales de diversas formas: suprimen la producción de amonio y neutralizan enterotoxinas, estimulan el sistema inmune, mejoran los efectos nutricionales, y provocan la exclusión competitiva (Alves y otros, 2008).

2.4.1. MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS PROBIÓTICOS

Las poblaciones o comunas de microorganismos en el sistema digestivo de los animales domésticos son muy complejas y pueden estar compuestas por bacterias, protozoarios, hongos y virus. Estos microorganismos realizan síntesis de vitaminas, bioconversión de compuestos tóxicos, procesos de digestión y fermentación de polímeros de origen vegetal, conservando la mucosa intestinal

en su integridad, estimulación del sistema inmune, mantenimiento de la peristalsis intestinal, y sirven como barrera contra la colonización por patógenos (Molina, 2019).

Según Molina (2019), la microbiota afecta directamente la eficacia de la productividad, alimentación, bienestar y salud de los animales. La microbiota del tubo digestivo de animales productivos, puede variar, esto va a depender de la composición de las dietas, del manejo en finca y las prácticas de alimentación, entre otros. En rumiantes, la microbiota ruminal es responsable de proporcionar aproximadamente el 70 % de los requerimientos diarios de energía (Flint & Bayer, 2008); Yeoman *et al*, 2014).

Los microorganismos que forman parte de la microbiota del rumen, conjuntamente cuentan con diversas enzimas con la capacidad de hidrolizar carbohidratos estructurales como celulosa, xilanos, mananos, pectinas, inulina, beta glucanos y almidones resistentes (que no son digeribles por los animales) y producir ácidos grasos de cadena corta como acetato, propionato y butirato, los cuales juegan un papel muy importante en la salud y nutrición animal (Hess y otros, 2011); (Yeoman & White, 2014).

De acuerdo con los reportes, los beneficios que aportan los probióticos a la salud de los animales, es debido básicamente a que promueven el balance de la población microbiana dentro en el tubo digestivo. Los mecanismos por los cuales los probióticos logran este balance son exclusión competitiva, antagonismo bacteriano e inmuno-modulación (Bajagai y otros, 2016); (Markowiak & Śliżewska, 2018)

2.4.2. CRITERIO PARA UN PROBIÓTICO

Un probiótico para considerarse tal debe aglutinar las características siguientes: las cepas a utilizar deben tener historial de no patogenicidad, no deben tener sensibilidad para con las enzimas proteolíticas, poder mantenerse vivas dentro del tránsito gástrico, tener estabilidad de cara a ácidos y bilis, sin que ocurra conjugación con las sales biliares (García *et al*. 2012).

Ser capaces de lograr adhesión sobre las superficies epiteliales, sobrevivencia en medio del ecosistema intestinal, capacidad de generar compuestos antimicrobianos, es necesario que posean una forma o mecanismo específicos para adherirse al intestino (García *et al.* 2012).

Deben ser capaces de acelerado desarrollo en el ambiente del ciego, deben poder inmunoestimular, y que esto no genere efectos proinflamatorios, los probióticos igualmente pueden funcionar al sintetizar algunos compuestos o producir subproductos de metabolismo con cierta acción protectora o que induzca efectos beneficiosos (García *et al.* 2012).

2.4.3. CÓMO FUNCIONAN LOS PROBIÓTICOS

Adquieren la fermentación de alimentos, que no serían digestibles en otra manera, logrando la obtención de metabolitos que son beneficiosos a partir de ellos. El proceso normal de la digestión mejora, aumentando la producción de vitaminas (principalmente las del grupo B, como niacina, ácido fólico, biotina y vitamina B6) la absorción de algunos minerales (entre los que se tiene el calcio, importante para impedir la osteoporosis) y el recuperar componentes de alto valor (como lo son ácidos grasos de cadenas cortas).

Combate de protección ecológica en contra de bacterias, virus y hongos patógenos, reprimiendo que colonicen el tracto gastrointestinal (como ocurre en el caso de la bacteria *Helicobacter pylori* causal de úlceras y cánceres gástricos). Regulan el sistema digestivo, disminuyendo los procesos de inflamación, generación de gases intestinales, y otros. Rol inmunomodulador, lo cual mejora la acción del sistema inmunológico.

Intolerancia a la lactosa, el azúcar propio de la leche, que puede afectar una gran cantidad de poblaciones, debido a que las bacterias que se encuentran en el yogur contienen la enzima lactasa, que en estos enfermos se encuentra en deficiencia, se puede solventar esta situación e ingerir nuevamente productos de origen lácteo, sin inconvenientes, siempre que sean acompañados con la ingesta de yogures ricos en estas bacterias.

Al ser ingeridos por un animal y como consecuencia de su elevada concentración, los microorganismos que contienen los probióticos buscan la colonización del intestino generando las condiciones necesarias de flora útil y homogénea, estas bacterias son fabricantes de ácido láctico principalmente, manteniendo en el intestino un pH lo suficientemente bajo, en el que los patógenos (coliformes, salmonellas, estafilos y Gram negativos comúnmente) son incapaces de reproducirse (García *et al.*, 2012).

2.5. EFECTOS DE LOS PROBIÓTICOS ELABORADOS CON LACTOBACILOS EN LA PRODUCCIÓN DE CERDOS

Según Vera (2019), los probióticos deben ser utilizados como una herramienta esencial en la cría de lechones por el porcicultor, ya que al nacer estos están expuestos a los microorganismos patógenos del ambiente en el que se encuentran, los que colonizan su sistema digestivo, que contiene una población de relativa estabilidad, pero igualmente de gran complejidad representativa de la microbiota intestinal que se encuentra normalmente en el lechón.

La estabilidad de la microbiota intestinal puede ser alterada por cambios en la dieta, ambientales o estrés, que causan un incremento de la cantidad de patógenos y con ello problemas entéricos que conllevan a la incidencia de la morbilidad y mortalidad de los lechones debido a desórdenes gastrointestinales, los cuales son una de las más importantes causales de pérdida económica en la industria porcina (Gómez y otros, 2011)

2.6. HARINA DE PESCADO

La harina de pescado (HP) se considera una de las principales fuentes de proteína más importante en la alimentación porcina, sobre todo en la fase de inicio, por ser considerada una fuente de alto valor nutritivo, con un alto contenido de lisina, treonina y aminoácidos azufrados, además es una fuente de calcio, fósforo, colina, ácido pantoténico, riboflavina, ácido nicotínico y vitamina B12 (Luna, 2007).

Este producto puede obtenerse de peces ya sean enteros o bien de los residuos de las fábricas de conserva. La materia prima debe de pasar por un proceso de

desgrasado, con lo cual se logran dos cosas: un mayor periodo de conservación y una disminución del intenso olor a ácidos grasos libres que comunican a los animales que los consumen, olores y sabores desagradables. El contenido de elementos nutritivos es variable según la especie que es usada como fuente, así como de la eficacia del proceso de desgrasado a la que haya sido sometida. Su contenido proteico varía del 50 al 62 % y su contenido de ceniza del 5 al 25 % (Luna, 1998).

La harina de pescado es la materia prima de proteína animal con mejor contenido de nutrimentos balanceados, y en función de la fuente de donde provenga dependiendo de la especie, bien sea el pescado entero o de algunas partes de el, varia en su composición nutricional. La cantidad de proteína oscilará desde 40 hasta 70% y la cantidad de lisina de un 3 a un 5,5%. Los valores de calcio y fósforo variaran igualmente, siendo un 5,5 a 8,0% para el calcio y 2,2 a 3,9 % para el fósforo (de Marín y otros, 2007).

Los mismos autores manifiestan que el nivel de inclusión de harina de pescado en las fórmulas para cerdos dependerá del sabor que esta le dé a la carne que se obtenga del cerdo. Debido a esta situación se utiliza en cantidades inferiores al 5% en cerdos en desarrollo y engorde. En el caso de cerdas lactantes y gestantes, su uso en dietas está limitado por el precio. Para alimentar lechones, básicamente en las primeras dietas comúnmente se encuentran contenidos de harina de pescado de 5 a 10 %, especialmente si es alta la calidad de esta, aunque, algunas veces, los factores limitantes son su precio y calidad

De Marin et al. (2011), describen que el ingrediente nutricional de mayor valor en la harina de pescado lo constituye la proteína. Contiene proporciones ideales en cuanto a aminoácidos esenciales de alta digestibilidad, con poca variación relativa al origen de la harina. adicionalmente, la proteína ofrece una baja antigenicidad, resulta excelente para la producción de alimento concentrado para las dietas de animales jóvenes. Una de los principales usos para la harina de pescado en China, es para fabricación de concentrados proteicos, con un contenido de 35 a 44% de proteínas, que pueden ser utilizados por fabricantes de alimentos o los mismos agricultores, al mezclarlos con cereales u otros

nutrientes para obtener alimentos terminados. Normalmente, la cantidad de alimentos para cerdos y aves producida está en alrededor de 18 millones de toneladas. En estos alimentos, la concentración de harina de pescado, varía entre 4 y 10%.

Los mismos autores manifiestan que la harina de pescado se ha utilizado como materia prima principal en la fabricación de alimentos concentrados con fines del consumo animal. El proceso de fabricación de la harina influye de forma significativa en su composición proximal y también en su valor nutricional. Se elaboran algunas harinas partiendo de la reducción de subproductos de las industrias que procesan el pescado inicialmente completo, mayormente fabricantes de conservas, y utilizan para la elaboración los restos de cabezas, colas y vísceras. En cambio, las harinas de excelente calidad se elaboran con pescados enteros que son resultado de la pesca industrial.

La valoración que tiene la harina de pescado como fuente de proteína dependerá de su calidad y su efecto sobre el balance total de aminoácidos en la dieta. La calidad superior de la proteína de harina de pescado comparada con proteínas de origen vegetal ha sido demostrada por muchos investigadores que cerdos recibieron una ración suplementada con 8% de harina de pescado, se encontró que la ganancia de peso y la conversión alimenticia fueron significativamente mejores con respecto al grupo control Castillo (1992)).

La harina de pescado se utiliza en la formulación de diferentes tipos de alimentos balanceados, ya que este producto contiene proteína animal de buena calidad, vitaminas, minerales aminoácidos esenciales y ácidos grasos omega-3, DHA (ácido docosahexaenoico) y EPA (ácido eicosapentaenoico) que son ácidos, grasos esenciales poliinsaturados, indispensables para el rápido crecimiento de los animales. La incorporación de esta proteína animal en la dieta de los animales nos ayuda de una u otra manera a mejorar ciertos atributos de calidad (Obando, 2015).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo que se presenta a continuación fue realizado en la granja porcina “El Tillo” ubicada en el sitio el Tillo, Parroquia Calderón, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí-Ecuador, situado geográficamente entre las coordenadas 1°02'50" de Latitud Sur y a 80°19'27 de Longitud Oeste, a una altura de 44 m.s.n.m.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Tabla 1. Características climáticas

Precipitación media anual	875 mm
Temperatura media anual	25°C
Humedad relativa	80%
Heliofanía anual	1109,8 (horas)
Viento	7 km/h
Evaporación Anual	1055 mm

FUENTE: Estación Meteorológica Río Chico (2018).

3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración aproximadamente de 180 días, los cuales se dividieron en 70 días en el campo, 30 días en laboratorio 30 días de tabulaciones de datos y 30 días en la escritura de la tesis.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Harina de pescado (Testigo 0 %, T1- 5 % y T2- 7 %)

Lactobacillus plantarum: 20 ml x10¹⁰ UFC/Kg de alimento.

3.5. TRATAMIENTOS

La presente investigación se distribuyó con los siguientes tratamientos de acuerdo a la tabla 3.2. Los tratamientos se definieron en la dieta balanceada de la siguiente forma: sin harina de pescado y sin *L. platarum* (T0, testigo), 5 % de inclusión de harina de pescado + *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ UFC/kg de alimento

(T1) y 7 % de inclusión de harina de pescado + *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ UFC/kg de alimento (T2).

Tabla 2. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Código	Cerdos/ U.E	Repeticiones	Total
Testigo (0% H. pescado)	T0	1	5	5
T1 (H. pescado 5 % + <i>L. Plantarum</i> : 20 ml x10 ¹⁰ UFC/Kg de alimento)	T1	1	5	5
T2 (H. pescado 7 % + <i>L. Plantarum</i> : 20 ml x10 ¹⁰ UFC/Kg de alimento)	T2	1	5	5

T1: 5 % de inclusión de harina de pescado + *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ UFC/kg de alimento

T2: 7 % de inclusión de harina de pescado + *L. plantarum*: 20ml x10¹⁰ UFC/kg de alimento

T0: Testigo.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación fue utilizado un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento, para lo cual se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_j$$

Y_{ij} = Es la j-ésima observación de la i-ésima población.

μ = Media general.

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (lechones tratados)

ε_j = Error experimental.

3.7. ESQUEMA ADEVA

Tabla 3. Esquema ADEVA

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	2
Error	12

3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se realizó con 15 cerdos en la etapa de crecimiento, cada uno de ellos representó a la unidad experimental, las que además fueron divididas en tres tratamientos, cada grupo con cinco cerdos consideradas unidades experimentales.

3.9. VARIABLES

3.9.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Lactobacillus. plantarum.

Harina de pescado

3.9.2. VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLES PRODUCTIVA

Peso al final del experimento. (Kg)

Conversión alimenticia (kg / kg)

Ganancia media diaria (kg)

VARIABLES DE SALUD

Mortalidad (%)

Incidencia de diarreas

Duración del síndrome diarreico (días)

VARIABLES MORFOMÉTRICAS

Peso relativo de los órganos (hígado, bazo y timo) (g)

VARIABLES ECONÓMICAS

Análisis Costo/Beneficio (\$)

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el tratamiento estadístico de los datos se realizó en primer lugar las pruebas de supuesto normalidad y homogeneidad, luego de esto se aplicó análisis de varianza con diseño completamente aleatorizado mediante el Software INFOSTAT en su versión 2 (Di Rienzo y otros, 2017); para detectar las diferencias entre los diferentes tratamientos fue utilizada la prueba de comparación de medias (Duncan & Duncan, 1955).

Para realizar la comparación de la presencia de diarrea y de mortalidad entre los diferentes grupos fue utilizado el paquete COMPAPROP: Sistema para la comparación de proporciones múltiples, según Castillo y Miranda (2014).

3.11. PROCEDIMIENTOS

3.11.1. ANIMALES E INSTALACIONES

Se realizó el cambio total de la cama profunda y luego se procedió a limpiar las instalaciones de la granja se utilizó Pharglutaplus® (desinfectante viricida, bactericida y fungicida biodegradable a base de Glutaraldehido: 22,0 g; Cloruro de Benzalconio 50 % 2,50 g; excipientes c.s.p: 100,00 ml).

Se utilizaron 15 cerdos machos castrados destetados con un peso aproximado de 8kg del cruce Landrace-York x Pietrain. Estos animales fueron organizados tres grupos o tratamientos los cuales contaron con 5 cerdos para cada grupo. Se trataron con probiótico en dosis de 20 ml x 10^{10} UFC por animal, mediante cánula, utilizando la vía oral en el momento de realizar el destete, (28 días). A partir de este día, se aplicó el probiótico una vez cada día, mezclado con el alimento, hasta que se realizó el respectivo sacrificio (70 días) que es el tiempo en el que se culmina el estudio.

El biopreparado de *L. plantarum* se aplicó mezclado con la harina de pescado y agua, con suministro ad libitum. Los cerdos consumieron 475 gramos promedio día/ animal.

Hasta los 70 días que culminó el estudio, se contó con instalaciones adecuadas con agua que proviene de un pozo ubicado en la granja, la cual está a disposición las 24 horas, por medio de bebederos automáticos, la alimentación requerida en la dieta diaria, la cual constó de 2 jornadas de alimentación, una por la mañana (8 am) y la otra por la tarde (4 pm).

El sistema de crianza de la unidad es intensivo, los corrales están constituidos por mallas electro soldadas, techo de Eternit® (fibrocemento), bebederos automáticos, comederos de canoa de cemento, con cama profunda que consta con 1 metro de profundidad de cascarilla de arroz con una densidad de 3 animales por m² en la etapa de recría, para cada repetición se necesitó un corral de 2,5 m², por cada tratamiento se utilizará 12,5 m², en la investigación se utilizaron un total de 37.5 m².

Los animales de los tres grupos fueron sometidos a similares condiciones de manejo, tenencia y alimentación, y para evitar el contacto directo entre los grupos, fueron separados.

3.11.2. INDICADORES BIOPRODUCTIVOS

Los cerdos fueron pesados al destete (PD) a los 28 días, en la cual se tomó a cada animal sujetándolo e introduciéndolo en un saco y se procedió al pesaje mediante la báscula esfera de reloj (BP200, China) de 50 kg y al final de la experimentación (PF) a los 70 días de edad se procedió de la misma manera que al inicio del pesaje. La ganancia media diaria (GMD) se calculó mediante la fórmula:

$$GDP = \frac{PF - PI}{\text{días}}$$

Para el cálculo de la conversión alimenticia (CA) se llevó control del alimento consumido por los cerdos durante el periodo experimental y esto se lo dividió para el peso ganado durante este tiempo, para lo cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido Kg.}}{\text{Peso inicial} - \text{peso final kg.}}$$

3.11.3. INDICADORES DE SALUD

Se estimó la prevalencia, así como el grado de afectación y la duración que mostró el síndrome diarreico (número de días), así como también la mortalidad y la morbilidad desde el destete hasta los 70 días de edad de los cerdos. La diarrea se la clasificó visualmente sobre la base de la consistencia de las heces. Según el grado de afectación, se clasifica en: diarrea leve (diarreas pastosas), diarrea moderada (diarreas semilíquidas) y diarrea intensa (diarreas líquidas). Como criterio de exclusión, en caso de síndrome diarreico severo (deshidratación, aumento de frecuencia respiratoria), el animal se retirará del experimento para recibir tratamiento sintomático.

3.11.4. MORFOMETRÍA DE ÓRGANOS

Al finalizar el estudio (70 días) se sacrificaron tres cerdos por cada tratamiento para determinar el peso relativo de los órganos (hígado, bazo y timo), que resulta de la división del peso del órgano entre el peso final al sacrificio del animal. Se procedió con un golpe contundente en la parte frontal del cráneo del animal, seguido por el método de desangrado de la vena yugular, tomando como referencia lo aplicado por (Gemus-Benjamin y otros, 2015).

Después del sacrificio, se extrajeron los órganos y se depositaron en una bandeja estéril, para su posterior pesaje utilizando una balanza digital (Marca SARTORIUS), BL 1500 de 0,1 gramo de precisión.

3.11.5. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO

Para el cálculo del costo/ beneficio se consideró, gasto de alimentación, costo de los cerdos, costo de los medicamentos utilizados en el grupo control que presentaron diarreas, costo del probiótico.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los grupos que fueron tratados con *Lactobacillus plantarum* y la inclusión de la harina de pescado mostraron un comportamiento mejor en lo referente a los indicadores bioproductivos evaluados, mostrados en la (Tabla 4).

Tabla 4. Indicadores bioproductivos en cerdos tratados con el biopreparado de *L. plantarum* y la inclusión de harina de pescado

Tratamientos	Indicadores Productivos			
	PV inicial promedio(kg)	PV final 70 días (kg)	Conversión alimenticia (kg)	Ganancia de peso diaria (g)
T0	8,2 a	18 b	2,30 b	245 b
T1	8 a	23,26 a	1,61 a	340 a
T2	8,2 a	21,57 a	1,54 a	290a
±EE	0,02	1,01	1,81	2,36
P-valor	0.10	0,03	0,04	0,02

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Tratamientos: T0: placebo T1: 20 ml x10⁹ UFC/Kg de alimento más harina de pescado al 5 % T 2: 20 ml x10¹⁰ UFC/Kg de alimento más harina de pescado al 7%

El consumo de probióticos a base de *Lactobacillus spp.* aseguran en el intestino una absorción de nutrientes más adecuada, por lo cual es mucho más eficiente la capacidad de digerir los alimentos lo que induce un aumento en la disponibilidad de proteínas otorgándole al organismo los elementos que necesita para lograr el mejoramiento en el rendimiento productivo de los cerdos (Londoño-Pérez & Suescún, 2015).

Estos resultados son similares a los mostrados por Aiyegoro *et al.* (2017) Tufarelli *et al.* (2017), en un estudio donde se evaluó el efecto de la suplementación con probiótico en dietas de cerdos, se alcanzó un mejor comportamiento de la ganancia media diaria de peso y de la conversión alimentaria en el grupo de animales con dietas suplementadas. Liu *et al.* (2018), plantean que en los cerdos tratados con probiótico a base de *Lactobacillus casei* y *Enterococcus faecalis* mejoran los indicadores bioproductivos con respecto al grupo no tratado. La

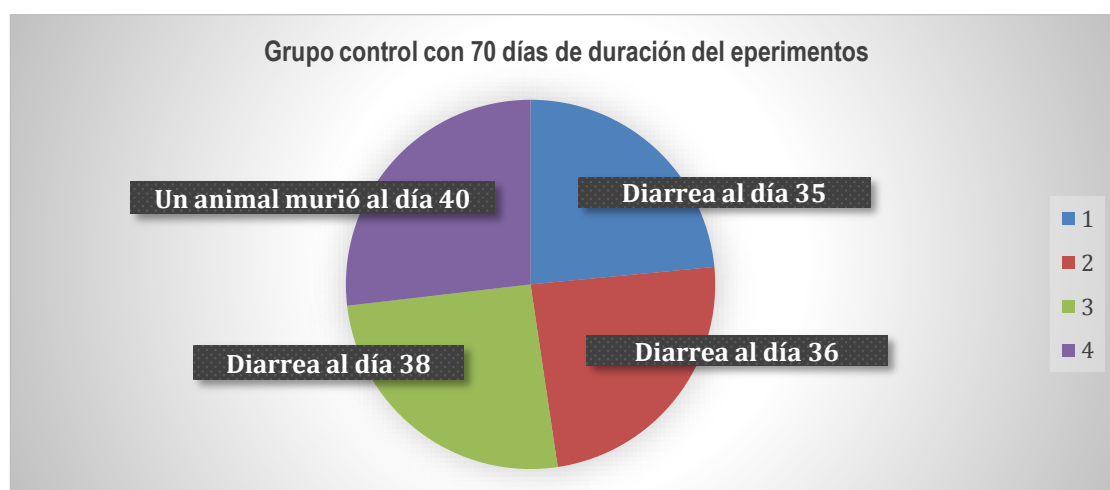
ganancia media diaria muestra un incremento significativo en comparación con el grupo control.

Dowarah et al. (2018)), describen que, en la ganancia media diaria, en el consumo de alimento y en la tasa en la conversión alimentaria se pudieron observar diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en cerdos en crecimiento suplementados con probióticos durante 180 días, aspectos que pueden estar relacionados con la capacidad de los probióticos de influir sobre la microbiota intestinal y, de esta forma, lograr un mejor equilibrio microbiano

La presentación de diarrea es una de las causas más frecuentes de altas pérdidas económicas en las crías porcinas (Fairbrother y otros, 2005). El análisis de los indicadores de salud, del presente estudio mostró que, a los 70 días de iniciar el experimento, únicamente tres animales pertenecientes al grupo control presentaron diarrea que comenzó el día 35 hasta el 40, en la etapa crecimiento.

El grado de afectación comenzó por diarrea de tipo pastosa los días 35, 36 y 38; a partir de este momento se observó diarrea líquida, los cuales fueron tratados con antibióticos, posteriormente, un animal murió en los días 40 (tabla 5), lo que representan 20 % (1/5) de incidencia de diarrea y mortalidad durante el experimento en el grupo control.

Tabla 5. Grupo Control.



En los grupos tratados con el probiótico no se reportó muertes ni diarrea en los animales. La comparación realizada entre los grupos que fueron tratados y el grupo control, no mostró diferencias estadísticas significativas para la incidencia de diarrea y mortalidad (tabla 6).

Tabla 6. Comparación de grupos.



Los resultados obtenidos en el presente estudio están acordes con lo expresado por Fairbrother *et al.* (2005), debido a que las condiciones experimentales bajo las que se condujeron ambas investigaciones ofrecían un desafío sanitario bajo, debido a que los animales fueron criados en unas instalaciones totalmente nuevas, y tuvieron también las debidas condiciones de manejo, tenencia, alimentación adecuada, así como con las necesarias desinfecciones previas.

Yang *et al.* (2013), plantearon que las condiciones en las que se desarrolló el experimento es el factor que más influye para que la respuesta probiótica sea evidente. El tiempo en que se realiza la aplicación, así como la eubiosis de la microbiota intestinal, tanto como la dosis, y la calidad de preparación y la producción del probiótico, al igual que el manejo y confort que disfrutaban los animales, son los determinantes en la acción del aditivo microbiano utilizado (Ayala y otros, 2014).

Los indicadores morfométricos relacionados con el peso absoluto y relativo de los órganos que fueron analizados (tanto el hígado, como el bazo y el timo)

presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los grupos tratados con respecto al control (tabla 7).

Tabla 7. Indicadores morfométricos en cerdos tratados con el biopreparado de *L. plantarum* y la inclusión de harina de pescado.

Tratamiento	N	INDICADORES			
		Peso vivo (kg)	Peso relativo hígado (g)	Peso relativo Bazo (g)	Peso relativo Timo (g)
T0	3	18 b	1,98 b	0,17 b	0,07 b
T1	3	23.26 a	3,01 a	0,21 a	0,10 a
T2	3	21.57 a	2,99 a	0,20 a	0,09 a
±EE		0,55	0,05	1,4	2,1
P-valor		0,03	0,02	0,03	0,04

Medias \pm EE con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$). Leyenda: T0: placebo. T1: 20 ml x109 UFC/Kg de alimento más harina de pescado al 5 % T 2: 20 ml x1010 UFC/Kg de alimento más harina de pescado al 7 %.

Estos resultados concuerdan con lo publicado por Ayala *et al.* (2010), refieren mejora de los indicadores morfométricos (hígado) y mayor eficiencia productiva de cerdos en crecimiento que consumieron una dieta suplementada con un probiótico comercial durante toda la etapa de preceba. Los probióticos tienen diversidad de funciones, entre las que se puede encontrar su capacidad de incrementar la actividad fisiológica que realiza el hígado la cual se relaciona con la hidrolización de las sales biliares.

En lo referente al peso relativo que tienen el timo y el bazo, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$), entre los grupos tratados y el grupo control. Estos órganos se relacionan con la respuesta inmune, por lo que tienen una importancia notoria e indudable en la etapa inicial de vida de los animales (García *et al* 2018).

Los resultados obtenidos en esta investigación, mostraron evidentemente los diferentes beneficios descritos para los probióticos. La estimulación del sistema inmune en animales tratados con biopreparados a base de probióticos con la inclusión de harina de pescado puede estar producida por una mayor diferenciación de linfocitos T y estímulo de la expresión de citoquinas,

relacionados con órganos linfoides como el timo (Hou y otros, 2015). Rajput y Li (2012) señalaron que determinadas cepas de bacterias probióticas inducen una respuesta del tipo inmune humoral, motivada a que produjeron la activación de las células mononucleares, de los linfocitos y de las citoquinas capaces de favorecer la destrucción de patógenos.

En la tabla 7 se muestra el análisis de beneficio- costo.

Tabla 7. Análisis de beneficio costo

Egresos	Tratamientos		
	T0	T1	T2
Costo de probiótico	\$0,00	\$36,72	\$36,72
Costo de antibióticos para tres animales enfermos	\$ 20,00	00,00	00,00
Salida por animales muertos	\$60	-	-
Costo de alimento (Kg).	\$0,62	\$0,62	\$0,62
Total de alimento consumido (kg)	586,62	586,62	586,62
Total de alimento por costo	\$ 363,70	\$ 363,70	\$ 363,70
Mano de obra	\$80	\$80	\$80
Materiales de aseo	\$ 18,01	\$ 18,01	\$ 18,01
Total de egresos	\$541,71	\$495,43	\$495,43
Ingresos			
Promedio de peso a los 70 días	18 kg	23,26	21,57
Precio de venta por kg	\$2,10	\$2,10	\$2,10
Total de kg producidos	304	371,83	403,94
Total de ingresos	\$638,40	\$780,84	\$848,27
Beneficio /Costo (USD)	\$1,17	\$1,57	\$1,71

T0: placebo. T1: 20 ml x10⁹ UFC/Kg de alimento más harina de pescado al 5 %

T 2: 20 ml x10¹⁰ UFC/Kg de alimento más harina de pescado al 7 %

Hubo un mayor beneficio económico en los grupos tratados con respecto al grupo control, esto se debe a que la administración del biopreparado estimuló la

absorción de los nutrientes reflejado en una mejor salud al aumentar el peso final de los animales.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por (Lu y otros, 2018); Vera y col., (2019) sobre el efecto beneficioso obtenido con la aplicación de los probióticos sobre las condiciones de salud de los animales de la especie porcina, entre los cuales pueden señalarse una reducción en los trastornos gastrointestinales (diarreas), así como en con disminución en los costos de producción motivados por el descenso en el uso de medicamentos y en mejoras del indicador de mortalidad.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El biopreparado de *L. plantarum* y la inclusión de harina de pescado al 5 % y al 7 % en la dieta suministrada a los cerdos en etapa de crecimiento, incrementa el peso, la ganancia media diaria y mejora la conversión alimenticia.

Los cerdos en crecimiento tratados con biopreparado de *L. plantarum* y la inclusión de harina de pescado al 5 % y al 7 % presentan mejores condiciones de salud, ya que no hubo incidencia de diarreas ni muerte en estos grupos.

El peso relativo de los órganos hígado, bazo y timo se incrementa en cerdos de los tratamientos con biopreparado de *L. plantarum* y la inclusión de harina de pescado al 5 % y al 7 %.

Se obtiene un mayor beneficio/costo en los cerdos con biopreparado de *L. plantarum* y la inclusión de harina de pescado al 5 % y al 7 %.

5.2. RECOMENDACIONES

Plantear estudios sobre efectos del biopreparado de *L. plantarum* sobre su concentración en la biota intestinal mediante evaluación microbiológica en los cerdos.

Determinar el efecto de este u otro probiótico y la inclusión de harina de pescado en mucosa y vellosidades intestinales.

Evaluar el efecto de los probióticos mezclados con otros subproductos de la agroindustria en la adición en la dieta de cerdos en función de la relación beneficio/ costo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aiyegoro, O., Dlamini, Z., Okoh, A., & Langa, R. (2017). Effects of probiotics on growth performance, blood parameters, and antibody stimulation in piglets. *South African Journal of Animal Science*, 47(6), 766-775. <https://hdl.handle.net/10520/EJC-adf1a0eb5>
- Alves, F., Lui, J., Oliveira, M., & Col, A. (2008). Digestibilidad de dietas conteniendo antibiótico, probiótico e prebiótico para coelhos em crescimento. *Rev Biotemas.*, 21(4), 131-136. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n4p131>
- Andrial, D., Díaz, M., & Pérez, H. (2010). *Manual de Teoría de Sistemas de Producción Animal de la Universidad Agraria De La Habana*. Universidad Agraria De La Habana.
- Ángel, M. (2013). *Uso de probióticos en la nutrición de monogástricos como alternativa para mejorar un sistema de producción*. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1075/52424223.pdf?sequence=1>
- Ayala, L., Bocourt, R., Castro, M., Dihigo, L. E., Milián, G., Herrera, M., & Ly, J. (2014). Development of the digestive organs in piglets born from sows consuming probiotic before farrowing and during lactation. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(2), 133-136. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/viewFile/471/438>
- Ayala, L., Bocourt, R., Castro, M., Martínez, M., Dihigo, L. E., Hernández, L. E., & García, E. (2010). El rol de los probióticos en indicadores morfométricos de órganos internos en cerdos en crecimiento. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 17(1), 32-34. http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCP171/171_04artLayala.pdf

- Bajagai, Y. S., Klieve, A. V., Dart, P. J., & Bryden, W. L. (2016). *Probiotics in animal nutrition: production, impact and regulation*. FAO.
- Blanch, A. (2015). Probióticos, Prebióticos y Simbióticos en nutrición y salud animal. *Rev. Nutrínnews, Junio-Julio 2015*, 1-6.
<https://nutricionanimal.info/download/0615-blanch-Pre-probioticos&simbioticos-en-nutricion-animal.pdf>
- Borruel, N. (2006). *Interacciones de las bacterias de la flora con el sistema inmune intestinal*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.
<https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2005/tdx-1128106-105551/nbs1de1.pdf>
- Cabezas, M. A. (2009). *Evaluación de la capacidad de colonización intestinal de un Lactobacillus sp proveniente de un Fermento Comercial*. USFQ, Quito.
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/929/1/95044.pdf>
- Canibe, N., Højberg, O., Højsgaard, S., & Jensen, B. B. (2005). Feed physical form and formic acid addition to the feed affect the gastrointestinal ecology and growth performance of growing pigs. *J. Anim. Sci*, 83, 1287-1302.
<http://jas.fass.org/content/83/6/1287>
- Castillo, R. (1992). *Evaluación de diferentes niveles de harina de pescado, cobre y lisina sintética de dietas para lechones destetados tempranamente*. Trabajo de grado, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9b609d1e-d98c-46ce-8e3a-254313481273/content>
- Castillo, Y., & Miranda, I. (2014). COMPAPROP: Sistema para comparación de proporciones múltiples. *Revista de Protección Vegetal*, 29(3), 231-234.
scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522014000300013&script=sci_arttext&tlng=pt
- Chávez, L. (2005). *Los probióticos en la nutrición porcina*.
<http://www.isvbolivia.com/investigacion/uso-de-probioticos-en-nutricion-procina-2111d07e2.pdf>

- Conway, P. L. (1994). Function and regulation of the gastrointestinal microbiota of the pig. *Publication-European Association For Animal Production*, 80, 231-231.
- Cox, E., Cools, V., Thoonen, H., Hoorens, J., & y Houvenaghel, A. (1988). Effect of experimentally-induced villus atrophy on adhesion of K88ac-positive *Escherichia coli* in just-weaned piglets. *Vet. Microbiol*, 17(2), 159-169.
- Danielson, A. D., Peo, E. R., Shahani, K. M., Lewis, A. J., Whalen, P. J., & Amer, M. A. (1989). Anticholesteremic property of *Lactobacillus acidophilus* yogurt fed to mature boars. *Journal of Animal Science*, 67(4), 966-974. https://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/685?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fanimalscifacpub%2F685&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- De Marín, C. G., Marval, H., & de Marcano, A. Z. (2007). Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal. *INIA Divulga*, 10, 1-3.
- De Marín, C. G., Muñoz, D., Márquez, E., Figueroa, G., & Maza, J. (2011). Identificación de hongos con potencial micotoxigénico en harinas de pescado destinadas para la elaboración de alimentos concentrados. *Revista Científica*, 21(3), 256-264. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95918239010.pdf>
- Del Campo, C. I., & Gómez, H. E. (2008). Bacterias ácido lácticas con capacidad antagonica y actividad bacteriocinogénica aisladas de quesos frescos. *e-Gnosis*, 6, 1-17. <https://www.redalyc.org/pdf/730/73011197005.pdf>
- Di Rienzo, J. A., Macchiavelli, R., & Casanoves, F. (2017). *Modelos lineales generalizados mixtos aplicaciones en InfoStat*. Cordoba. https://45.32.134.17/bitstream/handle/11554/8691/Linear_mixed_models.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Dowarah, R., Verma, A. K., Agarwal, N., Singh, P., & Singh, B. R. (2018). Selection and characterization of probiotic lactic acid bacteria and its

impact on growth, nutrient digestibility, health and antioxidant status in weaned piglets. *PloS one*, 13(3).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192978>

Duncan, O. D., & Duncan, B. (1955). A methodological analysis of segregation indexes. *American sociological review*, 20(2), 210-217.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2088328>

Euzéby, J. P. (2007). *List of prokaryotic names with standing in nomenclature—genus Lactococcus*.

Fairbrother, J. M., Nadeau, É., & Gyles, C. L. (2005). Escherichia coli in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies. *Animal health research reviews*, 6(1), 17-39.
<https://doi.org/10.1079/AHR2005105>

Flint, H. J., & Bayer, E. A. (2008). Plant cell wall breakdown by anaerobic microorganisms from the mammalian digestive tract. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1125(1), 280-288. <https://doi.org/Annals of the New York Academy of Sciences>

Flores, L., Usca, J., Peñafiel, S., & Tello, L. (2020). Probióticos Como Aditivos Dietéticos Para Cerdos. Una Revisión Probiotics as Dietetic Additives for Pigs. A Review. *KnE Engineering*, keg-v5i2.
<https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/6267>

Fouhse, J. M., Zijlstra, R. T., & Willing, B. P. (2016). The role of gut microbiota in the health and disease of pigs. *Animal Frontiers*, 6(3), 30-36.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2527/af.2016-0031>

Fox, S. (1994). Probióticos en la nutrición animal. *Mundo Porcino*. 17, 28-32.

Franklin, M. A., Mathew, A. G., Vickers, J. R., & Clift, R. A. (2002). Characterization of microbial populations and volatile fatty acid concentrations in the jejunum, ileum, and cecum of pigs weaned at 17 vs

- 24 days of age. *Journal of animal science*, 80(1), 2904-2910.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2527/2002.80112904x>
- Fu, Z. F., & Hampson, D. J. (1987). Group A rotavirus excretion patterns in naturally infected pigs. *Research in veterinary science*, 43(3), 297-300.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)30797-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)30797-5)
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *The Journal of applied bacteriology*, 66(5), 365-378.
- García, M., López, Y., & Carcassés, A. (2012). Empleo de probióticos en los animales. *Engormix*, 1 - 8. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/45-Empleo_probioticos.pdf
- García, Y., González, L. A., Salabarría, R. B., Dorta, N. A., Peñalver, O. N., Hernández, Y. G., & .. P. (2018). Prebiotic effect of Agave fourcroydes agavins in pigs in the growth stage. *Mortality*, 2(2.02), 0-04.
<https://lrrd.cipav.org.co/lrrd30/2/ygar30031.html>
- Garrity, G. M., Bell, J. A., & Lilburn, T. G. (2004). *Taxonomic outline of the prokaryotes. Bergey's manual of systematic bacteriology*. New York. Springer New York Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/bergeysoutline200405>
- Gemus-Benjamin, M., Kramer, S., Conklin, T., & Bratton, A. (2015). A perspective of stockpersons and the humane euthanasia of swine. *MSU Pork Quarterly*, 20(1), 1-6.
- Gómez, A. S., Collazos, D. V., & Argote, F. E. (2008). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 6(1), 32-41.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117785>
- Gómez, D., Giraldo, A., & Martínez, J. (2011). Inclusión de microorganismos probióticos (*bifidobacterium bifidum*) más un aromatizante lácteo (aromtek

- lacteo miel) en la dieta de lechones de engorde hasta la etapa de inicio. *Alimentos Hoy*, 15(15), 21-31. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/94/88>
- Gresse, R., Chaucheyras-Durand, F., Fleury, M. A., Van de Wiele, T., Forano, E., & Blanquet-Diot, S. (2017). Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: understanding the keys to health. *Trends in microbiology*, 25(19), 851-873. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.004>
- Gulbrandsen, K. E. (1984.). *La harina de pescado en dietas de cerdos recién nacidos. IAFMM (International Association of Fish Meal Manufacturers), Noruega. Boletín Técnico No. 17.*
- Hampson, D. J., Hinton, M., & Kidder, D. E. (1985). Coliform numbers in the stomach and small intestine of healthy pigs following weaning at three weeks of age. *Journal of comparative pathology*, 95(3), 353-362. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9975\(85\)90039-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9975(85)90039-8)
- Hess, M., Sczyrba, A., Egan, R., Kim, T. W., Chokhawala, H., Schroth, G., & ... Rubin, E. M. (2011). Metagenomic discovery of biomass-degrading genes and genomes from cow rumen. *Science*, 331(6016), 463-467. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.1200387>
- Hou, C., Zeng, X., Yang, F., Liu, H., & Qiao, S. (2015). Study and use of the probiotic *Lactobacillus reuteri* in pigs: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40104-015-0014-3>
- Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). (2017). *Principales enfermedades del cerdo.*
- Jensen, B. B. (1998). The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs. *Journal of animal and feed sciences*, 7(Suppl. 1), 45-64. <https://doi.org/https://doi.org/10.22358/jafs/69955/1998>

- Jurado, H., Pazmiño, S., & Benavidez, V. (2013). Evaluación del efecto probiótico de *Lactobacillus plantarum* en la alimentación de lechones en fase de preceba como una alternativa del uso de antibióticos. *Investigación Pecuaria*, 2(55).
- Jurado-Gámez, H., Fajardo-Argoti, I., & Rodríguez-Caicedo, A. (2016). Evaluación in vitro de *Lactobacillus gasseri* con características probióticas sobre *Staphylococcus aureus*. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 63(3), 179-187. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/rfmvz.v63n3.62745>
- Jurado-Gámez, H., Jarrín-Jarrín, V., & Parreño-Salas, J. (2015). Crecimiento de *L. plantarum* y efecto sobre *E. coli*, *S. typhimurium*, *C. perfringens*, y *S. aureus*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 57-66. [https://doi.org/https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)57-66](https://doi.org/https://doi.org/10.18684/BSAA(13)57-66)
- Kleerebezem, M., Boekhorst, J., van Kranenburg, R., Molenaar, D., Kuipers, O. P., Leer, R., & ... Siezen, R. J. (2003). Complete genome sequence of *Lactobacillus plantarum* WCFS1. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(4), 1990-1995. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.0337704100>
- Knap, I., K. A., Bennedsen, M., Mathis, G. F., Hofacre, C. L., Lumpkins, B. S., & ... Lay, A. (2011). *Bacillus subtilis* (DSM17299) significantly reduces *Salmonella* in broilers. *Poultry Science*, 90(6), 1690-1694. <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/ps.2010-01056>
- Lindsay, D. S. (1989). Diagnosing and controlling *Isospora suis* in nursing pigs. *Veterinary medicine (USA)*, 84(4), 446-448.
- Liu, W., Devi, S., Park, J., & Kim, I. (2018). Effects of coEffects of complex probiotic supplementation in growing pig diets with and without palm kernel expellers on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters, fecal microbial shedding and noxious gas emission. *Animal*

- Science Journal*, 89(3), 552-560.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/asj.12965>
- Londoño, N. A., Taborda, M. T., López, C. A., & Acosta, L. V. (2015). Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación en la industria de alimentos. *Alimentos hoy*, 23(36), 186-205.
<https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/356/306>
- Londoño-Pérez, S., & Suescún, J. E. (2015). Efecto de la adición de cepas probióticas sobre metabolitos sanguíneos en cerdos en crecimiento. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 13(2), 49-56. [https://doi.org/https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)49-56](https://doi.org/https://doi.org/10.18684/BSAA(13)49-56)
- Lu, X., Zhang, M., Zhao, L., Ge, K., Wang, Z., Jun, L., & Ren, F. (2018). Growth performance and post-weaning diarrhea in piglets fed a diet supplemented with probiotic complexes. *J. Microbiol. Biotechnol*, 28(11), 1791-1799.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4014/jmb.1807.07026>
- Luna, C. A. (1998). *Efecto del reemplazo de la harina de pescado por harina de desechos de camarón en dietas de lechones recién destetados*. Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras.
- Markowiak, P., & Ślizewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*, 10(1), 1-20.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0>
- Martin, J. F., Palomino, M. M., Rivas, C. S., Ruzal, S. M., & Allievi, M. C. (2017). Transferibilidad de DNA en *Lactobacillus*: ¿ hay riesgo de transferencia horizontal desde la microbiota a probióticos y viceversa? *Química Viva*, 16(1), 38-55. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86351157004.pdf>
- Molina, A. (2019). Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 601-611.
http://www.mag.go.cr/rev_meso/v30n02_601.pdf

- Obando, B. P. (2015). *Estudio de la trazabilidad de mercurio entre la harina de pescado y alimento balanceado*. Trabajo de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito.
<http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/6419/1/T-UCE-0008-090.pdf>
- Plaza-Diaz, J., Ruiz-Ojeda, F. J., Gil-Campos, M., & Gil, A. (2019). Mechanisms of action of probiotics. *Advances in nutrition*, *10*(suppl_1), S49-S66.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/advances/nmy063>
- Pluske, J. R., Kim, J. C., & Black, J. L. (2018). Manipulating the immune system for pigs to optimise performance. *Animal Production Science*, *58*(4), 666-680. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/AN17598>
- Pluske, J. R., Thompson, M. J., Atwood, C. S., Bird, P. H., Williams, I. H., & Hartmann, P. E. (1998). Maintenance of villus height and crypt depth, and enhancement of disaccharide digestion and monosaccharide absorption, in piglets fed on cows' whole milk after weaning. *British Journal of Nutrition*, *76*(3), 409-422.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1079/BJN19960046>
- Pluske, J., Hopwood, D., & Hampson, D. (2003). *Relación entre la microbiota intestinal, el pienso, la incidencia de diarreas y su influencia sobre la salud del lechón tras el destete*. Madrid: XIX Curso De Especialización Fedna.
https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/porcinos/08-microbiotica_intestinal.pdf
- Quiles, A., & Hevia, M. (2008). Características de la flora intestinal de lechón: Efecto de los probióticos. *Edipor*, *102*, 19-22.
https://www.adiveter.com/ftp_public/a4.pdf
- Rajput, I. R., & Li, W. F. (2012). Potential role of probiotics in mechanism of intestinal immunity. *Pakistan Veterinary Journal*, *32*(3), 303-308.
http://www.pvj.com.pk/pdf-files/32_3/303-308.pdf

- Ramírez-López, C., & Vélez-Ruiz, J. F. (2016). Aislamiento, caracterización y selección de bacterias lácticas autóctonas de leche y queso fresco artesanal de cabra. *Información tecnológica*, 27(6), 115-128. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600012>
- Ruiz, M. J., Colello, R., Padola, N. L., & Etcheverría, A. I. (2017). Efecto inhibitorio de *Lactobacillus* spp. sobre bacterias implicadas en enfermedades transmitidas por alimentos. *Revista argentina de microbiología*, 49(2), 174-177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.10.005>
- Samaniego, L. M., & Sosa del Castillo, M. (2000). *Lactobacillus* spp.: Importantes promotores de actividad probiótica, antimicrobiana y bioconservadora. Universitaria. Cuba.
- Sanches, A. L., Lima, J. A., Fialho, E. T., Murgas, L. D., Almeida, E. C., Vieira Neto, J., & Freitas, R. T. (2006). Utilização de probiótico, prebiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame. *Ciência e Agrotecnologia*, 30, 774-777. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/6mPvG7QrfzSN7sXWjcbtRPw/?format=pdf&lang=pt>
- Sánchez, L., & Tromps, J. (. (2014). Caracterización in vitro de bacterias ácido lácticas con potencial probiótico. *Revista de Salud Animal*, 36(2), 124-129.
- Sitjar, M. (2000). Enfermedades entéricas en porcino. *Información Veterinaria*, 213, 35-40. https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo830.pdf
- Tajima, K., & Aminov, R. (2015). Structure and Function of a Nonruminant Gut: A Porcine Model. En A. Puniya, R. Singh, & D. Kamra, *Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution*. Springer, New Delhi. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-81-322-2401-3_5.
- Tenorio, L., P. J., & Whipp, S. (1999). En B. Straw, S. D'Allaire, W. Mengeling, & D. Taylor (Edits.), *Diseases of Swine* (págs. 821-831). Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

- Tufarelli, V., Rossi, G., Laudadio, V., & Crovace, A. (2017). Effect of a dietary probiotic blend on performance, blood characteristics, meat quality and faecal microbial shedding in growing-finishing pigs. *South African Journal of Animal Science*, 47(6), 872-882. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v47i6.15>
- Vélez, E. S., & Menéndez, J. S. (2018). *Determinación del crecimiento de cepas lactobacillus plantarum (22 lmc 41 y lmc) a diferentes niveles de ph, temperatura y sales biliares*. Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. <http://190.15.136.145/bitstream/42000/850/1/T-MV128.pdf>
- Vera, R., Vegas, E., Bulnes, C., Agüero, F., Zambrano, M., & Sánchez, L. (2019). Actividad probiótica de *Lactobacillus plantarum* en los indicadores bioproductivos y de salud en lechones. *Livestock Research for Rural Development*, 31(11), 31-37. <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd31/11/lili31181.html>
- Will, L. A., Paul, P. S., Proescholdt, T. A., Aktar, S. N., Flaming, K. P., J. B., & ... Wu, L. L. (1994). Evaluation of rotavirus infection and diarrhea in Iowa commercial pigs based on an epidemiologic study of a population represented by diagnostic laboratory cases. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 6(4), 416-422., 6(4), 416-422. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/104063879400600403>
- Windsor, M. .: (1983). *Introducción a los subproductos de la pesquería*. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.
- Yang, F., Hou, C., Zeng, X., & Qiao, S. (2013). The use of lactic acid bacteria as a probiotic in swine diets. *Pathogens*, 4(1), 34-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pathogens4010034>
- Yeoman, C. J., & White, B. A. (2014). Gastrointestinal tract microbiota and probiotics in production animals. *Annu. Rev. Anim. Biosci*, 2(1), 469-486. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114149>

ANEXOS

Anexo 1. Cronología Fotográfica

Ambientación y asepsia de instalaciones



Selección de los grupos de estudio



Alimentación de los grupos de estudio



Peso de los lechones

