

	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>		<b>Código</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>		
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): ANGIE DANIELA APELLIDOS: BEJAR WILCHES

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA PECUARIA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): ÓSCAR ANDRES APELLIDOS: RINCÓN BONILLA

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): CAMILO ERNESTO APELLIDOS: GUERRERO ALVARADO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PIMIENTA NEGRA MOLIDA (*Piper nigrum* Linn.) Y SU EFECTO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LECHONES EN LA ETAPA DE PREINICIO.

#### RESUMEN

Se evaluó el efecto de la inclusión de pimienta negra (*Piper nigrum* L.) en el desempeño productivo y la incidencia de diarreas de lechones alimentados durante la transición lactancia destete. Se emplearon 42 lechones, machos y hembras, con 11 días de edad, se formuló la dieta y se incluyó o no un 0,3% de pimienta negra molida, se tuvo dos fases experimentales, predestete (del día 11-24 de edad) y post destete (del día 25-45 de edad), se calcularon los promedios de consumo y desperdicio de alimento, la ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA), también se monitoreó la presencia de diarreas y la tasa de conversión económica (TCE). Los resultados no evidenciaron efecto estadístico en las variables de desempeño productivo, aunque, numéricamente se obtuvo mejores GP y CA posdestete en el grupo de machos con inclusión del aditivo, además de un menor desperdicio de alimento, y reducción de diarreas en este mismo grupo (7,62% vs 10,88%), la inclusión del aditivo representó \$ 214,80 COP más que el tratamiento sin inclusión. Estos hallazgos indican que la inclusión de 0,3% de pimienta negra en la dieta Creep-feeding disminuye la presencia de diarreas en lechones en el post destete.

PALABRAS CLAVE: *Integridad intestinal, diarreas, lechones, digestibilidad, antioxidante.*

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 79 PLANOS:      ILUSTRACIONES:      CD ROOM: 1

EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PIMIENTA NEGRA MOLIDA (*Piper nigrum*  
*Linn.*) Y SU EFECTO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LECHONES EN LA ETAPA  
DE PREINICIO.

ANGIE DANIELA BEJAR WILCHES

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA PECUARIA  
SAN JOSE DE CUCUTA

2021

EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PIMIENTA NEGRA MOLIDA (*Piper nigrum*  
*Linn L.*) Y SU EFECTO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LECHONES EN LA  
ETAPA DE PREINICIO.

ANGIE DANIELA BEJAR WILCHES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero Pecuario

Director:

OSCAR ANDRÉS RINCÓN BONILLA

Ing. de Producción Animal.

Codirector:

CAMILO ERNESTO GUERRERO ALVARADO

PhD. Zootecnista.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA PECUARIA  
SAN JOSE DE CUCUTA

2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL  
TEXTO COMPLETO.

Cúcuta, 19 de noviembre 2021

Señores

BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS

Ciudad

Cordial saludo:

ANGIE DANIELA BEJAR WILCHES, identificado(s) con la C.C. N° 1090521835, autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PIMIENTA NEGRA MOLIDA (*Piper nigrum*/ Linn.) Y SU EFECTO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LECHONES EN LA ETAPA DE PREINICIO presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de INGENIERO PECUARIO; autorizo(amos) ala biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de estetrabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que **“los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores”**, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

CC. 1090521835

**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO  
MODALIDAD INVESTIGACIÓN**

**FECHA:** 05 de noviembre de 2021

**HORA:** 08:30 a.m.

**LUGAR:** Sesión virtual (Videoconferencia por plataforma Google meet)

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA PECUARIA

**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO:** "EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PIMIENTA NEGRA MOLIDA (*Piper nigrum* L.) Y SU EFECTO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LECHONES EN LA ETAPA DE PREINICIO"

**JURADOS:** NESTOR AUGUSTO GUTIERREZ CESPEDES  
CARLOS DANIEL PEINADO PACHECO  
RUBÉN DARÍO CARREÑO CORREA

**DIRECTOR:** OSCAR ANDRES RINCON BONILLA  
**CODIRECTOR:** CAMILO ERNESTO GUERRERO ALVARADO

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
ANGIE DANIELA BEJAR WILCHES	1630639	4.5

**OBSERVACIONES:**

APROBADO, MENCIÓN MERITORIA

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

Nestor A. Gutierrez C. C.A.P.R.      Rubén Darío Carreño Correa

VoBo. Coordinador Comité Curricular

Dinley

## **Dedicatoria**

Dedicado a mi madre, por formarme en carácter y disciplina y debido a eso, alcanzar esta meta y al profe Roger Cruz, por sembrar el sentido de escepticismo y curiosidad.

## **Agradecimientos**

A Dios y mi madre por ser el motivo de culminar este proceso y ser el apoyo que siempre encontré ante cada adversidad, a mi prima y mi pareja por su motivación e inspiración para seguir avanzando, a mis directores Ing. Óscar Rincón y el Dr. Camilo Guerrero, por su fe en la iniciativa, su asesoramiento y constante entrega para alcanzar el objetivo, al Sr. Germán Duarte, al Ing. Rafael Leal y a Héctor por su apoyo técnico y económico para el desarrollo de la investigación, finalmente, a los demás docentes y compañeros del programa que contribuyeron durante estos años de formación académica.

## Tabla de contenido

Introducción.	16
1. Problema.	18
1.1 Título.	18
1.2 Planteamiento del problema.	18
1.3 Formulación del problema.	20
1.4 Justificación.	21
1.5 Objetivos.	22
1.5.1 Objetivo general.	22
1.5.2 Objetivos específicos.	22
1.6 Alcances.	23
1.7 Delimitaciones.	23
1.7.1 Espacial.	23
1.7.2 Temporal.	24
1.7.3 Conceptual.	24
2. Marco referencial.	26
2.1 Antecedentes.	26
2.2 Marco teórico.	30
2.2.1 La pimienta negra.	30
2.2.1.1 La piperina y sus bondades en la alimentación animal.	31

2.2.2 El destete, desafíos críticos para la supervivencia del lechón.	33
2.2.3 Creep-Feeding.	36
2.2.4 Formulación de mínimo costo.	37
2.3 Marco contextual.	38
2.4 Marco legal.	39
3. Diseño metodológico.	40
3.1 Tipo de investigación.	40
3.2 Población y muestra.	40
3.3 Diseño estadístico.	40
3.4 Hipótesis.	41
3.5 Variables.	41
3.6 Fases de la investigación.	44
3.6.1 Fase pre-experimental.	44
3.6.1.1 Obtención de las materias primas.	44
3.6.1.2 Caracterización bromatológica de las materias primas.	44
3.6.1.3 Formulación y fabricación de las dietas experimentales.	44
3.6.1.4 Inclusión del aditivo.	45
3.6.1.5 Acostumbramiento.	48
3.6.2 Fase experimental.	48
3.6.2.1 Alojamiento.	48

3.6.2.2 Suministro de tratamientos.	48
3.6.2.3 Toma de datos.	49
3.7 Análisis estadístico.	51
4. Resultados.	52
5. Discusión.	60
6. Conclusiones.	66
7. Recomendaciones.	67
8. Referencias.	68
Anexos.	77

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. 1-piperoil-piperidina de la Pimienta.	31
Figura 2. Fases aguda y adaptativa en el desarrollo de lechones destetados.	34
Figura 3. Esquema del diseño experimental para el manejo de las camadas por Bloque.	41
Figura 4. Monitoreo de la presencia de diarreas.	43
Figura 5. Cronología de la experimentación en base a los días de experimentación	45
Figura 6. Suministro del alimento.	49
Figura 7. Cronología de la experimentación.	50
Figura 8. Consumo de alimento promedio por animal según el uso de pimienta en la dieta.	52
Figura 9. Desperdicio de alimento semanal promedio en el post destete <sup>1</sup> según el uso de pimienta en la dieta.	53

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Composición bromatológica de las dietas experimentales.	46
Tabla 2. Horarios de suministro del alimento.	49
Tabla 3. Desempeño productivo en el periodo experimental de los lechones en relación al uso de pimienta ( <i>P. nigrum L.</i> ) en la dieta, tomando como referencia el peso vivo a los diez días de vida.	55
Tabla 4. Desempeño productivo en el periodo experimental de los lechones de acuerdo al sexo del animal, tomando como referencia el peso vivo a los diez días de vida.	56
Tabla 5. Desempeño productivo en el periodo experimental de machos y hembras en relación al uso de pimienta ( <i>P. nigrum L.</i> ) en la dieta, tomando como referencia el peso vivo a los diez días de vida.	57
Tabla 6. Cantidad de animales (%) que presentaron heces normales, condición pastosa o diarrea según el uso o no de pimienta negra ( <i>P. nigrum L.</i> ) molida en la dieta.	58
Tabla 7. Tasa de conversión económica (TCE) de acuerdo a la inclusión o no de pimienta ( <i>P. nigrum L.</i> ) en la dieta de lechones.	59

## Lista de anexos.

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Peso vivo promedio (g) de los lechones, registrados durante el experimento según el sexo del animal y el uso de pimienta en la dieta (Datos no experimentales).	77
Anexo 2. Desempeño productivo de los lechones machos y hembras en relación al uso de pimienta ( <i>P. nigrum L</i> ) en la dieta, tomando como referencia el peso vivo al nacimiento (Datos no experimentales).	79

## Resumen

Se evaluó el efecto de la inclusión de pimienta negra (*Piper nigrum L.*) en el desempeño productivo y la incidencia de diarreas de lechones alimentados durante la transición lactancia destete. Se emplearon 42 lechones, machos y hembras, con 11 días de edad, se formuló la dieta y se incluyó o no un 0,3% de pimienta negra molida, se tuvo dos fases experimentales, predestete (del día 11-24 de edad) y post destete (del día 25-45 de edad), se calcularon los promedios de consumo y desperdicio de alimento, la ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA), también se monitoreó la presencia de diarreas y la tasa de conversión económica (TCE). Los resultados no evidenciaron efecto estadístico en las variables de desempeño productivo, aunque, numéricamente se obtuvo mejores GP y CA posdestete en el grupo de machos con inclusión del aditivo, además de un menor desperdicio de alimento, y reducción de diarreas en este mismo grupo (7,62% vs 10,88%), la inclusión del aditivo representó \$ 214,80 COP más que el tratamiento sin inclusión. Estos hallazgos indican que la inclusión de 0,3% de pimienta negra en la dieta Creep-feeding disminuye la presencia de diarreas en lechones en el post destete.

### **Abstract.**

The effect of the inclusion of black pepper (*Piper nigrum L.*) on the productive performance and the incidence of diarrhea in piglets fed during the lactation-to-weaning transition was evaluated. 42 male and female piglets were used, with 11 days of age, the diet was formulated and 0.3% of ground black pepper was included or not, there were two experimental phases, pre-weaning (from day 11-24 of age) and post weaning (from day 25-45 of age), the averages of food consumption and waste, weight gain (GP) and feed conversion (CA) were calculated, the presence of diarrhea and the conversion rate were also monitored economic (TCE). The results did not show statistical effect in the productive performance variables, although, numerically, better GP and post-weaning AC were obtained in the group of males with the inclusion of the additive, in addition to less food waste, and a reduction in diarrhea in this same group (7.62% vs 10.88%), the inclusion of the additive represented \$ 214.80 COP more than the treatment without inclusion. These findings indicate that the inclusion of 0.3% of black pepper in the Creep-feeding diet reduces the presence of diarrhea in piglets in the post-weaning period.

## Introducción.

El destete es un período crítico en la producción porcina, donde el estrés provocado por la separación de la madre y todos los factores nuevos que se presentan pueden influir negativamente en el crecimiento y desarrollo del lechón, por esto desarrollar un programa de alimentación rentable que maximice el crecimiento al tiempo que reduzca la aparición de diarreas post-destete es un aspecto de gran relevancia en la producción porcina comercial (López & Sulabo, 2020). La nutrición es uno de los pilares que puede confortar esta etapa crucial para el desempeño de la camada, ofrecer alimento sólido a los lechones semanas previas al destete es una estrategia que permite satisfacer la brecha energética cada vez mayor entre los requisitos de energía del lechón y la disminución de la oferta de la leche materna, y estimular el desarrollo intestinal al tiempo que el lechón se acostumbra a su nueva fuente de alimentación y provoca entre tantos de sus beneficios la prevención de la pérdida de peso durante la primera semana posterior al destete (ABCS, 2014).

Otras de las estrategias empleadas para soportar con éxito esta fase se encuentra la inclusión de aditivos en las dietas, entre ellos, la pimienta negra es un reconocido aditivo fitogénico, empleado en la nutrición animal por sus bondades antioxidantes estimulando la capacidad inmune, su adición en las dietas ha demostrado un aumento en la digestibilidad de los alimentos (Lotufo *et al.*, 2006), y por tanto la ganancia de peso y disminución en la conversión alimenticia logrando que animales monogástricos mejoren su desempeño productivo.

La producción porcina Animal Pro., está ubicada en el corregimiento del Carmen de Tonchalá área rural de Cúcuta, ésta empresa se dedica a la venta de lechones de preñico o de cerdos cebados según las fluctuaciones del precio de la carne en el mercado, y ha optado por fabricar el alimento de sus ejemplares, aprovechando materias primas locales con el fin de ser más competitivos en el mercado mediante la disminución en los costos de producción, cuentan

con maquinaria como lo son una mezcladora horizontal y una peletizadora adecuadas para la preparación del balanceado, sin embargo, la formulación de las dietas es deficiente, así como las prácticas llevadas en su elaboración además la oferta de ingredientes es limitada, ambos factores les ha impedido lograr desempeños productivos destacables, por tanto, existe la necesidad de que por medio de una dieta que se acerque a los requerimientos nutricionales de los lechones en esta etapa se consiga alcanzar sus objetivos como empresa.

Es por eso que se propone, evaluar la inclusión de dos niveles (0%, y 0,30%) de pimienta negra molida en la dieta de lechones, dicha estrategia empleará un sistema de alimentación creep-feeding hasta tres semanas posteriores al destete, abarcando la etapa de preinicio. Se busca entender si este aditivo tendrá influencia en la absorción del alimento y, por lo tanto, en la ganancia de peso, además, de medir su efecto en la aparición de diarreas, al tiempo que se evaluará el desempeño en términos económicos del plantel productivo sometido a esta investigación.

## **1. Problema.**

### **1.1 Título.**

EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PIMIENTA NEGRA MOLIDA (*Piper nigrum L.*) Y SU EFECTO EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LECHONES EN LA ETAPA DE PREINICIO.

### **1.2 Planteamiento del problema.**

En décadas anteriores se ha registrado un incremento cercano al 43% en la producción mundial de carne porcina pasando de 78,2 a 111,7 millones de toneladas en los años 1995 a 2012 respectivamente, (ABCS, 2014), en Colombia la producción aumentó 2,29 veces y registró un crecimiento promedio anual del 10 % en el período 2010-2019 (Fajardo, 2020), esto debido al aumento del consumo de este tipo de carne, además, el sector ha logrado el abastecimiento mediante la optimización en diversos parámetros técnicos de la producción. Para responder ante la demanda de proteína de origen animal de alta calidad, inocua y con precios competitivos para el mercado, se ha incurrido ante la mejora genética para aumentar el tamaño de la camada en busca de un rendimiento económico mayor y así reducir el costo por cerdo destetado sin embargo, existe una relación inversa entre el tamaño de la camada y el peso al nacimiento (Boyd, 2012), esto se refleja en que un menor peso al nacimiento influye negativamente en la supervivencia, peso al destete, rendimiento al sacrificio, es decir en todo el ciclo productivo del cerdo (Douglas *et al.*, 2013), sin embargo, es posible que lechones con un peso al nacimiento inferior a la media de la camada, alcancen un peso al destete ideal por medio de estrategias que involucran la nutrición y condiciones de manejo (Beaulieu *et al.*, 2010) de esta manera se entiende la importancia por optimizar el peso al destete, como parámetro manipulable, y, así

mejorar el rendimiento del cerdo a lo largo de su ciclo, este objetivo se puede perseguir mediante la adición de ingredientes especiales en las dietas de iniciación, conocidos como aditivos.

Los aditivos en la nutrición animal tienen distintas naturalezas, en el caso de los antibióticos actúan como promotores de crecimiento, contribuyen a reducir la demanda de energía para el control del desafío de los patógenos, redirigiendo así la energía para el crecimiento (Thacker, 2013), se usan para promover la salud intestinal y la expresión óptima del potencial genético de los animales, reduciendo la mortalidad causada por enfermedades entéricas subclínicas. Sin embargo, algunos autores se han planteado serias preocupaciones sobre el uso de antibióticos en la producción animal, recalcando la prohibición de estos por parte de la Unión Europea.

En relación con el destete, esta fase implica la separación del lechón de su progenitora, y la eliminación de la leche de la dieta del lechón (Kelley, 1980), es un periodo crítico que influye en el desarrollo del sistema inmune, particularmente la inmunidad adquirida, la cual es crucial en la protección de los lechones contra la infección patogénica. Según Heugten, (1996) la inmunidad adquirida está subdesarrollada a las 3–4 semanas de edad del lechón, dada la vulnerabilidad inmunológica en este período los lechones se encuentran sensibles a la afectación por diversos agentes patógenos de índole fisiológica, inmunológica, microbiológica, social, ambiental y nutricional que conducen al retraso del crecimiento posterior al destete (*Post-weaning lag period*), (Canibe, 2007). Para que estos enfrenten con éxito esta etapa crítica en la producción porcina es necesario que su intestino como primera barrera inmunológica se encuentre apto ante el desafío patogénico, al mismo tiempo que absorba correctamente los nutrientes y, por ende, ganen peso.

Por lo que se refiere a los aditivos alimenticios fitogénicos, estos productos derivados de plantas son utilizados en la alimentación animal para mejorar el rendimiento de ganadería y

demuestran ser seguros y eficaces (Da Silva, *et al.* 2012). Empleados como suplementos de hierbas son ricos en contenido de flavonoides y podrían actuar como antioxidantes fuertes, poseen propiedades antimicrobianas y, por consiguiente, mejoran la función inmune y esto ha cobrado relevancia en la investigación sobre su influencia en los parámetros de salud y desempeño productivo de los animales. Estudios en porcinos han demostrado que una dieta suplementada con pimienta negra no solo mejora la digestión sino que también tiene efectos antioxidantes y antiinflamatorios (Yang, *et al.* 2019), dicho ingrediente se destaca como una rica fuente de antioxidantes, capaz de inhibir y neutralizar los radicales libres (Srinivasan, 2007), además de influir en la permeabilidad y dinámica de la mucosa del intestino delgado aumentando la superficie de absorción sin riesgo de acumulación en el tejido (Khajuria *et al.*, 2002).

Dado lo anterior, es necesario continuar con la investigación y aplicación de estrategias donde se emplee la inclusión de aditivos en las dietas de lechones, de modo que se compruebe su efecto en el correcto desarrollo de la mucosa intestinal y de esta forma, se pueda afrontar con éxito la fase del destete y continuar con un desarrollo óptimo en el preinicio demostrado en la obtención de parámetros positivos.

Por lo anterior, se propone evaluar la inclusión de pimienta negra en la dieta de lechones como aditivo fotogénico y su efecto en el rendimiento productivo durante el destete.

### **1.3 Formulación del problema.**

¿La inclusión de pimienta negra en diferentes dosis en la dieta de hasta la lactancia y post destete, afectará los parámetros productivos? Dadas las cualidades del ingrediente, ¿Cuál será la implicancia en la presencia de diarreas? ¿Este ingrediente podrá representar una alternativa de suplementación estratégica para esta etapa crítica acorde a la relación beneficio- costo establecido por la inclusión en la dieta y los resultados obtenidos a partir de ésta?

#### **1.4 Justificación.**

En lo referente a la nutrición, existen componentes primordiales para la digestión de los alimentos como lo son el ácido gástrico y la pepsina, que tienen menor liberación cuando el lechón es muy joven. Además, se hace énfasis en que, los principales problemas que obstaculizan el alcance de parámetros productivos idóneos son de origen digestivo.

Durante la transición de la lactancia al destete, el lechón deja de recibir los nutrientes adquiridos de la madre por la circulación sanguínea, al mismo tiempo que se expone a patógenos que afectan la integridad intestinal, al estrés debido al cambio de alimentación, entre otros factores que en conjunto son un factor negativo para el desarrollo del lechón ya que comprometen la mucosa intestinal, representando la causa de la aparición de diarreas en esta etapa, ya sea por proliferación de bacterias en el intestino, o por la fermentación de nutrientes poco digeribles, conduciendo entonces a las pérdidas de peso características de esta etapa (Pluske, *et al.* 2007).

Los factores mencionados connotan pérdidas económicas, debido a la ineficiencia en el aprovechamiento del alimento y su relación con los costos, ya que en la producción representa aproximadamente el 70 % de los costos directos. Una de las estrategias para mitigar este efecto es validar el uso de aditivos, que contengan beneficios nutricionales, según Yang, *et al.* (2019), señalan que el uso de suplementos alimenticios en lechones influye en el crecimiento y utilización de pienso y, podrían optimizar la alimentación y reducir los costos de producción.

Brenes & Roura, (2010), afirman que los extractos de plantas aromáticas empleados como alternativa de suplementación, podrían ser una estrategia de suplementación para modelos animales, que a diferencia de los antibióticos no contienen residuos (Varela, 2002). Los ácidos

orgánicos contenidos en los fitogénicos pueden disminuir el pH de la digesta, específicamente en el estómago, ayudando a la digestión de proteínas, disminuyendo la tasa de vaciado del estómago y estimulando la producción de enzimas pancreáticas en el intestino delgado (Diao, 2010), esto se resume en el aumento de la digestibilidad de los alimentos y la reducción de la incidencia de diarreas logrando una eficiencia del sistema gastrointestinal en la fase del destete (Namkung *et al.*, 2004; Lotufo *et al.*, 2006; Jansons, 2011).

En particular, la pimienta negra (*Piper nigrum Linn*) a través de su componente, la piperina, posee diversas propiedades en las cuales se destacan apoyo del sistema inmune y resistencia a enfermedades (Al-Kassie *et al.*, 2012), efectos positivos en la ganancia de peso e integridad de la mucosa intestinal (Al-Kassie, *et al.*, 2012; Dias *et al.*, 2016), modula la fluidez de la membrana del borde en cepillo, la ultraestructura y la cinética enzimática (Khajuria *et al.*, 2002), traducándose en una mejor digestibilidad. Por esta razón, resulta interesante realizar una suplementación con pimienta negra en la dieta de lechones durante la transición de la lactancia al destete y evaluar la influencia de ésta en el desempeño de los lechones, sus características productivas como ganancia de peso, conversión alimenticia y peso final, al igual que la incidencia de diarrea en un sistema productivo en la zona metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander.

## **1.5 Objetivos.**

### **1.5.1 Objetivo general.**

Evaluar el efecto de la inclusión de pimienta negra en la dieta de lechones durante el destete sobre el desempeño productivo del animal.

### **1.5.2 Objetivos específicos.** Como se muestra a continuación:

Determinar el efecto de la inclusión de pimienta negra en la dieta de lechones en la fase de transición de la lactancia-destete sobre los parámetros productivos del animal (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia).

Determinar el efecto de la inclusión de pimienta negra en la dieta de lechones en la fase de transición de la lactancia-destete sobre la presencia de diarreas post-destete en los animales.

Calcular la relación beneficio –costo de la de la inclusión de pimienta negra en la dieta de los animales durante el periodo experimento.

## **1.6 Alcances.**

Con ésta investigación se pretende trascender con una alternativa de suplementación en la granja porcina Anima PRO que logré posiblemente, reducir los costos de producción mediante la disminución de la incidencia de diarreas y la mejora de parámetros productivos de los cerdos desde su primera etapa, aumentando o manteniendo la producción actual, además de disminuir el impacto producido por la eliminación de los productos antibióticos actualmente empleados en la formulación de dietas comerciales.

## **1.7 Delimitaciones.**

**1.7.1 Espacial.** El presente trabajo se realizará en la producción porcina Granja Animal Pro, ubicada en la vereda Paraíso Perdido del corregimiento El Carmen de Tonchalá área metropolitana de Cúcuta, departamento Norte de Santander. Con una extensión total de 1.8 ha, distribuidos de la siguiente manera 3200 m<sup>2</sup> en la producción porcina, 2500 m<sup>2</sup> en producción ovina, 300 m<sup>2</sup> en bodega, 150 m<sup>2</sup> en vivienda de los trabajadores, 10000 m<sup>2</sup> de pasto de corte y potreros, 1850 m<sup>2</sup> en reservorio de agua y 2000 m<sup>2</sup> en terrenos baldíos y cerca de delimitación, con una altura de 320 msnm y una temperatura promedio de 30°C.

**1.7.2 Temporal.** El proyecto tendrá una duración de 28 días los cuales estarán comprendidos entre los meses julio- agosto del año 2021.

**1.7.3 Conceptual.** Dentro de la investigación será importante tener esclarecida la definición de los siguientes términos técnicos:

**Lactancia:** Período en el cual los lechones son dependientes de la hembra para su alimentación tiempo en el cual consumen la leche que esta les provee para su desarrollo

**Preinicio o precebo:** Periodo de crecimiento comprendido desde los 21 o 28 días de vida del lechón o una vez realizado el destete hasta 6 o 7 semanas posterior a éste cuyo objetivo deberá ser el suministro de ambiente adaptado a las necesidades de temperatura, humedad, densidad y alimentación de los lechones destetos (Lozano & Manrique, 2014)

**Fitogénico:** Son sustancias o extractos de hierbas, especias y algunos de sus componentes que se consideran posibles alternativas naturales al uso de antibióticos como promotores del crecimiento en dietas de engorde (Castro, 2005; Molina, 2020).

**Alimento balanceado:** Son el resultado de la mezcla de diferentes ingredientes, y, por lo tanto, sus diferentes valores nutritivos más aditivos, que sufren una transformación para la obtención de un alimento que cumple con los requerimientos nutritivos de una especie en una determinada etapa fisiológica (Báez, 2017)

**Digestibilidad:** Comprende las fracciones de los nutrientes de una dieta o un alimento que son absorbidos en el tracto gastrointestinal (Osorio *et al.*, 2012).

**Conversión alimenticia:** relación entre la cantidad de kilos de ración consumida y el peso en kilos de los animales (ABCS, 2014)

Síndrome de diarreas post-destete: perturbación de la función y morfología de la mucosa intestinal debido a un conjunto de factores asociados al destete como el manejo y la nutrición que conducen a una respuesta inflamatoria que produce un aumento de la secreción de líquidos en el lumen intestinal, pérdida de la superficie y capacidad de absorción y que comprometen la supervivencia del lechón (Reis *et al.*, 2010)

Microbiota intestinal: El microbiota del tracto gastrointestinal es un ecosistema complejo que contiene varios miles de especies de bacterias, las cuales tienen un papel importante en la salud intestinal, previniendo la colonización de microorganismos potencialmente patógenos (Reis *et al.*, 2010).

## 2. Marco referencial.

### 2.1 Antecedentes.

Título: El uso de un aditivo alimenticio alternativo, que contiene ácido benzoico, timol, eugenol y piperina, mejoró el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de nutrientes y energía y la salud intestinal en lechones destetados (2020).

Autores: Cláudio D. Silva Júnior, Cláudia CS. Martins, Francine TF. Dias, Natália Y. Sitanaka, Letícia B. Ferracioli, José E. Moraes, Carla C. Pizzolante, Fábio EL. Budiño, Rafaela Pereira, Polyana Tizioto, Vinicius RC. Paula, Luiz L. Coutinho, Urbano S. Ruiz.

Se evaluó la influencia de un aditivo compuesto por 89,3% de ácido benzoico, 1,8% de eugenol, 3,2% de timol y 3,2 % de piperina, en la alimentación de lechones destetados de 21 días de edad con un peso promedio de  $5,3 \pm 0,5$  kg sobre características productivas y de integridad intestinal. Se emplearon 108 lechones distribuidos en los siguientes tratamientos: Control, tratamiento antibiótico Colistina 40 ppm, tratamiento con 0,3% del aditivo fitogénico y tratamiento antibiótico en conjunto con el aditivo, durante dos fases la primera (Fase I) comprendió el período entre los 21-35 días de edad de los lechones, la segunda fase (Fase II) 36-50 días de edad de los lechones y el último periodo (Fase III) desde los 51-65 días de edad de los lechones, completando 44 días de experimentación. Se evaluó el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad aparente del tracto total (ATTD) de nutrientes, incidencia de diarrea, morfología intestinal, pesos relativos de los órganos digestivos, diversidad microbiana y los porcentajes de unidades taxonómicas operativas de microorganismos en el contenido de ciego de los cerdos. Los cerdos correspondientes a las dietas de inclusión del fitogénico tuvieron mayor ( $P < 0,05$ ) ganancia de peso diaria y consumo de alimento en la fase I, así mismo mejoró la digestibilidad aparente de la proteína cruda en la fase I y, energía bruta materia seca en la fase III. El aditivo

alimentario fitogénico tendió a aumentar la frecuencia normal de las heces, disminuyó ( $P < 0,05$ ) el recuento de células caliciformes en el yeyuno y disminuyó ( $P < 0,05$ ) pesos relativos del intestino delgado y del colon. Hubo una tendencia a una menor concentración de *Escherichia-Shigella* y una menor proporción ( $P < 0,05$ ) de *Campylobacter* en el contenido de ciego de los lechones de los grupos del aditivo fitogénico. Se concluye que el aditivo fue efectivo para la mejora del desempeño de los lechones impactando en el crecimiento, la digestibilidad de las dietas y la salud intestinal posterior al destete.

Título: La suplementación dietética con pimienta negra aumenta los niveles de lipoproteína de alta densidad (HDL) en los cerdos (2019).

Yang Yang, Danail Kanev, Radka Nedeva, Artur Jozwik, Judith M. Rollinger, Weronika Grzybek, Bożena Pyzel, Andy Wai Kan Yeung, Pavel Uhrin, Johannes M. Breuss, Jaroslaw O. Horbanczuk, Clemens Malainer, Tao Xu, Dongdong Wang y Atanas G. Atanasov.

En este estudio realizado en Bulgaria se emplearon 34 cerdos en crecimiento con un peso inicial de 40 kg donde se evaluó la influencia de la suplementación con pimienta negra molida. El grupo de control (grupo 1) se alimentó con alimento estandarizado, mientras que las dietas del segundo grupo (grupo 2) se complementó con pimienta negra molida en una concentración de 3 g / kg de peso del alimento durante todo el experimento, esta pimienta poseía un  $6,03\% \pm 0,01\%$  de piperina. El estudio estuvo compuesto de dos fases; la primera, crecimiento en la cual los cerdos iniciaron con un peso de 27kg hasta alcanzar los 60kg, de allí parte la segunda fase, el engorde, terminando aproximadamente en los 100kg. Se encontró que no hubo diferencias estadísticas en cuanto a la ganancia de peso diaria, sin embargo, la suplementación mostró una tendencia a mejorar la ingesta diaria de alimentos y disminuir el crecimiento promedio diario de los cerdos, en cuanto a los parámetros sanguíneos se encontró un 18% más de lipoproteína de alta densidad

(HDL) en las muestras extraídas de los cerdos suplementados ( $P < 0,05$ ), y de vitamina C en sangre ( $P < 0,01$ ) siendo ésta un 22% superior al grupo control.

Título: Efecto del aceite esencial de pimienta roja brasileña (*Schinus terebinthifolius Raddi*) sobre el rendimiento, la diarrea y la salud intestinal de los cerdos destetados (2016)

Autores: Franz Dias Gois, Pedro León Gomes Cairo, Vinícius de Souza Cantarelli, Larissa Corrêa do Bomfim Costa, Renato Fontana, Ivan Bezerra Allaman, Maicon Sbardella, Fernando Morais de Carvalho Júnior y Leandro Batista Costa.

Esta investigación evaluó los efectos del aceite esencial del pimienta roja brasileña en la dieta de lechones destetados versus un agente antimicrobiano (clorohidroxiquinolina) en su efecto sobre la aparición de diarreas, el pH gástrico, la histología y recuentos microbianos del intestino delgado. En este estudio se emplearon 90 lechones destetados a los 21 días con un peso promedio de  $5,6 \pm 0,78$  kg, se estudiaron 5 dietas: dieta control, suplementación con 500, 1000 y 1500 mg / kg de aceite esencial de pimienta roja brasileña y dieta con 120 mg / kg de antimicrobiano. Se destaca que los cerdos alimentados con una dieta que contenía 500 mg / kg de aceite esencial tenían una mayor densidad de vellosidades ( $P < 0,05$ ) en comparación con las otras dietas experimentales, sin embargo, en cuanto a las demás variables analizadas no hubo diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ). Por lo tanto, los autores consideran que las suplementaciones con el aceite esencial de pimienta roja brasileña como el antibiótico tienen un beneficio limitado para mejorar el crecimiento de los cerdos de destete y que su efectividad podría ser menos notoria en ambientes con bajo desafío como el proporcionado por el estudio.

Título: Efectos de los extractos de plantas y antimicrobianos sobre la digestibilidad aparente, el rendimiento, la morfometría de los órganos y la histología intestinal de lechones recién destetados (2006).

Autores: Liliana Lotufo Oetting, Carlos Eduardo Utiyama, Pedro Agostinho Giani, Urbano dos Santos Ruiz y, Valdomiro Shigueru Miyada.

En este estudio realizado en Brasil, se evaluó el efecto de los niveles crecientes de la combinación de extractos de plantas y antimicrobianos sobre el rendimiento, la digestibilidad de los nutrientes, la morfometría de los órganos y la histología del epitelio intestinal de los lechones recién destetados, se emplearon 40 lechones en cada experimento con 3 repeticiones en el tiempo para un total de 120 cerdos analizados, cada uno con 35 días de experimentación comprendidos entre los 21-56 días de edad de los lechones, a su vez, la experimentación se dividió en 2 fases Pre-inicial e inicial (1-14 y 15-35 días de experimentación respectivamente) donde fueron sometidos en grupos a 5 dietas experimentales las cuales se basaron en: tratamiento control, tratamiento con antimicrobiano (Bacitracina de zinc + olaquinox + colistina (50 ppm cada uno)), y diferentes niveles de inclusión (700 ppm, 1400ppm y 2100ppm) de un extracto vegetal compuesto de Aceite esencial de clavo, eugenol, aceite esencial de orégano, carvacrol 3,33% c/u y 6,66% de aceite esencial de tomillo). Se tuvo que los lechones respectivos al tratamiento antimicrobiano presentaron mejores desempeños en las variables ganancia de peso, conversión alimenticia, y peso durante ambas fases, sin embargo el tratamiento de 1400ppm y 2100ppm de extracto vegetal presentaron una mayor digestibilidad aparente de la materia seca y entre las inclusiones de extracto vegetal, generalmente, los de mayor proporción fueron aquellos con mejores resultados productivos, al final del primer experimento, se sacrificó un animal de cada puesto para recolectar las muestras y esto permitió analizar el peso relativo de los órganos, donde

se encontró que el tratamiento antimicrobiano disminuyó el peso relativo de órganos como el hígado, el páncreas e intestinos.

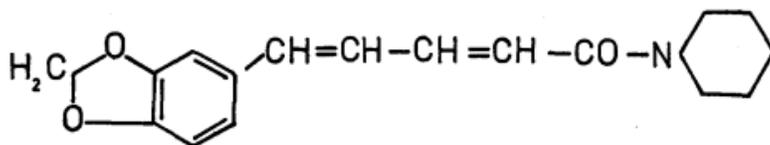
## **2.2 Marco teórico.**

**2.2.1 La pimienta negra.** La pimienta negra (*Piper nigrum L.*) es una especie nativa proveniente del sur de la India, proviene de los frutos inmaduros de color verdoso que por desecación y acción enzimática se vuelven rugosos y de color pardo-negrusco, es una de las especias más utilizadas generalmente se muele en polvo y es agregada a los alimentos como condimento (Sen, 2004), adicionalmente, es asociada con usos de medicina tradicional oriental con bondades para incrementar el apetito y la ingesta, además de tratar el dolor abdominal, dolor crónico relacionado con el intestino y dolor menstrual, diarrea, epilepsia, gonorrea, resfriado común, tuberculosis, problemas para dormir y las afecciones artríticas, además de efectos analgésicos y diuréticos, de relajación de la tensión muscular y alivio de la ansiedad (Singh, 1992; Gao *et al.*, 2006; Liu & Yin, 2015).

Acerca de su composición, tiene un 7% de cenizas totales e insolubles en HCl al 10% máx. 2%, ricas en potasio con una relación K: Na de 100 y fibra del 18%. La piperina, [1- [5- [1,3- benzodioxol-5-il]-1-oxo ]2,4 pentadienil] piperidina] es un alcaloide principal de *Piper sp.* compuesto al que se le atribuye su olor característico y es encontrado en la pimienta negra entre un 6-10% (*Figura 1.*), (Schmidt, 1980; Sunila & Kuttan, 2004).

Entre sus cualidades químico-biológicas, la piperina posee potencial antimicrobiano y antiinflamatorio (Mujumdar *et al.*, 1990) La piperina en la pimienta negra también se conoce como una rica fuente de antioxidantes, que pueden inhibir y neutralizar los radicales libres (Mittal & Gupta, 2000; Srinivasan, 2007), Se han asociado varias enfermedades diferentes con procesos pro-oxidativos, y la mejora de las defensas antioxidantes del cuerpo, además de ser una molécula que es absorbida rápidamente en la barrera intestinal, dado que la piperina es una molécula

apolar, puede modular la dinámica de la membrana debido a su fácil división en el núcleo hidrofóbico y así, ayudar a la fácil permeación de solutos, por tanto, contribuye a la permeabilidad eficiente de esta barrera (Kajhuria *et al.*, 1998).



**Figura 1. 1-piperoil-piperidina de la Pimienta.**

Fuente: Schmidt, (1980).

*2.2.1.1 La piperina y sus bondades en la alimentación animal.* Estudios realizados por (Platel & Srinivasan, 1996), han reportado algunos efectos de la piperina en modelos animales, en una comparación de efectos de dosis única dosis continuadas, la ingesta dietética de piperina aumentó significativamente la actividad de la lipasa pancreática hasta un 30% superior al tratamiento control cuando era incluida en una dieta continua con una concentración 5 veces superior a la normal en dietas humanas, se observa también, que la actividad de la amilasa pancreática es estimulada por la piperina en la dieta (hasta un 87%), así mismo, estimula la actividad de la tripsina hasta en un 150%. La quimotripsina también fue significativamente mayor en animales alimentados con piperina (Khajuria *et al.*, 2002), esto sugiere que la piperina modula la dinámica de la membrana debido a su naturaleza apolar al interactuar con los lípidos circundantes y las porciones hidrofóbicas en las proximidades de la proteína, lo que puede disminuir la tendencia de los lípidos de la membrana a actuar como restricciones esteéricas a las proteínas enzimáticas y, por lo tanto, modificar la conformación enzimática (Khajuria *et al.*, 2002).

Adicionalmente, este ingrediente ha estado asociado con cambios interesantes en la ultraestructura del epitelio intestinal (Khajuria *et al.*, 2002), donde se le atribuye la capacidad de

aumento en la longitud de las microvellosidades, lo que demuestra un aumento en la superficie de absorción del intestino delgado (Dias, et al. 2016) aumentando la densidad de vellosidades en el duodeno cuando reciben una proporción de 500mg/kg de inclusión de aceite esencial de pimiento rojo brasileño (*Schinus terebinthifolius Raddi*) (Khajuria *et al.*, 2002) sugiere que la piperina puede inducir alteraciones en la dinámica de la membrana y las características de permeación, junto con la inducción en la síntesis de proteínas asociadas con la función del citoesqueleto, lo que optimiza este epitelio, Da Silva *et al.*, (2012), encontraron un efecto no homogéneo en su estudio aplicado en pollo de engorde donde la suplementación dietética de piperina durante 35 días, influyó en las mediciones de segmentos de las vellosidades del intestino delgado, a concentraciones de 60 mg/kg se aumentó el área (altura x ancho) de las vellosidades en el duodeno y el íleon, así como la superficie de absorción en estos segmentos del intestino delgado, mientras que 120 y 180 mg/ kg de piperina redujeron la superficie de absorción del yeyuno, en investigaciones en lechones destetos se ha demostrado que promueve la digestibilidad (Yan, 2012; Silva *et al.*, 2020).

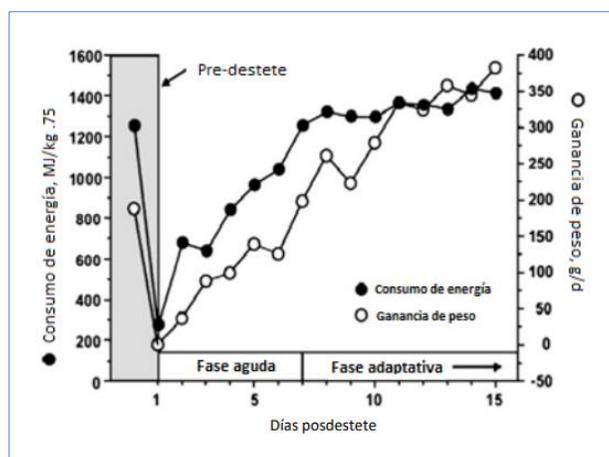
Otras inclusiones de pimienta negra en la dieta de pollo de engorde arrojaron efectos significativos en el rendimiento y rasgos de la canal (Mansoub, 2011), disminución de la conversión alimenticia y aumento en la ganancia de peso (Al-Kassie *et al.*, 2012), mismo efecto que se registró en conejos destetos con una combinación de dos especies de pimienta que influyó, en parámetros bioquímicos y de inmunidad en la sangre (El-Hack *et al.*, 2018) Hecho que algunos autores atribuyen al potencial antioxidante del ingrediente que le otorga al individuo al incorporar se en su dieta. Yang *et al.*, (2019), obtuvieron disminución de los niveles de triglicéridos y colesterol en suero sanguíneo y, aumentó en la concentración de HDL (Ghaedi *et al.*, 2014; Yang *et al.*, 2019).

Es así como la pimienta negra se postula como un ingrediente que afecta positivamente parámetros productivos relacionados con la ingesta y digestión de alimentos, promoción de una integridad intestinal y mejor disposición ante enfermedades debido a la inmunidad otorgada; todas estas cualidades de interés zootécnico que pueden ser evaluadas en períodos como el destete donde las circunstancias pueden afectar la supervivencia del lechón y empobrecer su desarrollo. Recientemente las preocupaciones sobre la resistencia hacia los antibióticos generada por un uso indiscriminado de éstos ha aumentado y se interpreta como un problema de salud pública, estudios recientes han comprobado el efecto de la piperina como un eficiente agente antimicrobiano y lo consideran como una mejor opción para el tratamiento de infecciones bacterianas generadas por *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans* y reafirman su uso como agente antioxidante y antibacteriano natural (Zarai *et al*, 2013).

**2.2.2 El destete, desafíos críticos para la supervivencia del lechón.** Primeramente, con el fin de optimizar los índices productivos de la porcicultura, la edad promedio de destete en muchos de los principales países productores de carne de cerdo el parámetro técnico ha sido reducido hasta llegar de 18 a 24 días (Pluske *et al.*, 2003). Al reducir el intervalo de parto de las cerdas se incrementa el número de cerdos producidos por cerda, por año y, se obtienen ventajas al reducir el riesgo de transferencia de enfermedades entre cerdas y lechones (sistemas de destete temprano segregado), (Pluske *et al.*, 2003). Retirar los lechones de la cerda a una edad más temprana brinda oportunidades para explotar el enorme potencial decrecimiento del cerdo joven porque está bien establecido que el lechón lactante, debido a limitaciones en la producción de leche de cerda y la composición de la leche no crece a su máximo potencial genético.

Ahora bien, el destete es considerado como uno de los períodos más críticos en el ciclo de producción porque representa un período de adaptación y estrés, entre los factores estresantes se tienen: el retiro de sus madres, la mezcla con lechones de otras camadas y ambiente, forma y

dieta de alimentación distinta (Pluske *et al.*, 2003) algunos investigadores han dividido la serie de eventos por las que pasa el lechón posterior al destete en dos fases: la primera, una fase aguda, observada en los primeros cinco a siete días después del destete, seguida de una fase adaptativa, la cual ocurre subsecuentemente (*Figura 2*).



**Figura 2. Fases aguda y adaptativa en el desarrollo de lechones destetados.**

Fuente: Pluske *et al.*, 2003, pág. 432.

En definitiva, los cerdos generalmente sufren un "control de crecimiento" durante 7-14 días después del destete, y puede dividirse como lo muestra la *figura 2*, en la fase aguda el lechón en consecuencia al estrés obtiene una ingesta de alimento baja y variable, una tasa de crecimiento pobre, un mayor requerimiento para el mantenimiento y mayor susceptibilidad a los patógenos entéricos, causantes de enfermedades como la colibacilosis posterior al destete, una vez transcurre este periodo llega el momento de adaptación donde éste se ajusta a las condiciones de su nuevo medio. De igual forma los rendimientos obtenidos en el periodo consiguiente al destete, el pre-inicio, van a estar definidos por los aspectos del desarrollo inicial del tracto gastrointestinal del lechón en conjunto con los impactos y desafíos del destete, así como, los agentes causantes de

enfermedades entéricas. Heo *et al.*, (2012) informaron una disminución de la actividad de pepsina en la mucosa del estómago al destete sin alterar la actividad de la lipasa, por otro lado, un correcto pH gástrico permite reducir el paso y la actividad de diversos patógenos sin embargo durante el destete ocurre una menor capacidad de secreción de ácido gástrico en conjunto con una reducción en la producción de ácido láctico a partir de la lactosa que podría ser responsable de la menor digestión de los alimentos y la mayor susceptibilidad a enfermedades entéricas (Heo *et al.*, 2012).

Así pues, los aspectos clave que definen la funcionalidad intestinal deben considerar la capacidad digestiva (actividad de las enzimas pancreáticas y del borde en cepillo), la capacidad de absorción, las barreras químicas y físicas, la carga y diversidad del microbioma y la función inmune (Pluske *et al.*, 2013).

En efecto, la diarrea posterior al destete consiste en la descarga frecuente de heces acuosas durante las primeras 2 semanas después del destete y es responsable de pérdidas económicas, causando morbilidad y / o mortalidad generalizadas (Pluske, 2013) se asocia con la eliminación fecal de grandes cantidades de E  $\beta$ - hemolítico enterotoxigénico, proveniente de los serotipos de *H. coli* que proliferan particularmente en el intestino delgado después del destete (colibacilosis post-destete), así mismo los radicales libres, procedentes del estrés oxidativo promueven la disponibilidad de sustratos de agentes patógenos, (transformación del tiosulfato a tetrionato el cual es un sustrato de la salmonella) hecho que estimula la colonización de estos microorganismos en el tracto intestinal del lechón (Zhu *et al.*, 2012; Yin *et al.*, 2014).

Pluske *et al.*, (2003) indica que existe un gran cuerpo de investigación en constante crecimiento que evalúa el impacto de una amplia gama de ingredientes y aditivos para piensos en

varios aspectos de la salud y el desarrollo del tracto gastrointestinal en cerdos y a su vez un objetivo complementario en nutrición podría ser la formulación de dietas en lechones con la tarea específica de optimizar el crecimiento, la función y salud del tracto gastrointestinal, en los cuales pueden incluirse diversas alternativas de investigación de compuestos beneficiosos.

**2.2.3 Creep-feeding.** El rendimiento de los lechones en la fase previa al destete se refleja en el rendimiento de estos animales a lo largo de la producción. Es por esto que el manejo nutricional en esta fase es crucial, ya que presenta tasas satisfactorias en la cría de cerdo, (ABCS, 2014), inicialmente, la principal fuente de nutrición para los lechones es la leche materna, que es rica en grasas y muy digerible, además de que está disponible para el lechón y que en conjunto con el calostro serán los responsables de proveer la energía necesaria para la termorregulación, inmunidad para la protección contra patógenos y factores de crecimiento para la maduración del intestino. Sin embargo, en algunas ocasiones, la cerda no puede garantizar el crecimiento satisfactorio de los lechones solo a través de la leche, el principal argumento para ofrecer a los lechones lactantes una alimentación suplementaria como una estrategia creep-feeder es que se puede satisfacer la brecha energética cada vez mayor entre los requisitos de energía del lechón y la disminución de la oferta de la leche materna (Pluske et al., 2003). Por lo tanto, se sugiere fomentar el consumo de alimento durante la lactancia, ya que se observan efectos benéficos cuando el lechón se involucra en un proceso de acostumbramiento al alimento sólido previo a la fase del destete.

Se ha sugerido que la exposición a alimentos secos permitiría a los lechones obtener ventajas como el acostumbramiento del tracto digestivo a este tipo de alimento, la inducción de enzimas necesarias para su digestión y, ayudar a preparar al lechón para hacer frente mejor a muchos de los alérgenos potenciales contenidos en los alimentos vegetales (Pluske *et al.*, 2003).

La evidencia de que cualquiera de estos beneficios podría acumularse si se ofrece alimentación por creep-feeding también es escasa. Pluske *et al.*, (2003) concluyeron que había una relación entre la ganancia después del destete y el creep-feeding durante la lactancia. Cuestionaron el valor de la alimentación por creep-feeding, particularmente para los cerdos destetados temprano, pero sugirieron que la alimentación por este método, puede ser de valor para los cerdos destetados después de las 3 semanas de edad, Milagres *et al.*, 2013 estudiaron el efecto de una suplementación de lechones destetados a los 21 días de edad bajo una dieta creep-feeding, develando que la combinación de plasma y extracto de levadura bajo esta estrategia, eleva la ganancia de peso, pero no influencia la morfología intestinal de los lechones.

Es posible que mediante el creep-feeding se pueda estimular a los lechones a comer una cantidad razonable de alimento durante la fase final de la lactancia y así, puedan generar resultados positivos en el crecimiento posterior al destete, incluyendo la minimización en la alteración de la microbiota por efecto del consumo inmediato de alimento, la combinación de un peso aceptable al destete, y un previo acostumbramiento a la dieta sólida daría una menor magnitud al desafío para el lechón destetado y se traduciría en el indicador ganancia de peso en la primera semana post- destete, las granjas donde los lechones presentan pérdida de peso durante la primera semana, tienen pérdidas productivas (Lopez & Sulabo, 2020), para concluir, estudios han determinado una correlación positiva estrecha entre la ganancia de peso durante la primera semana post-destete y el número de días al sacrificio, concluyendo que animales con ganancias diarias menores de 115 g en la primera semana después del destete, toman hasta 20 días más para alcanzar el peso de sacrificio, versus los lechones que mantienen la tasa de ganancia similar a la maternidad (250 g /día) (ABCS, 2014).

**2.2.4 Formulación de mínimo costo.** El alimento representa el mayor costo de la producción porcina (60,65%) (INTA, 2015), razón por la cual resulta indispensable tratar de

minimizar sus costos. La formulación de dietas requiere conocer tres componentes principales: en primer lugar, los requerimientos del animal para el cual será formulada y de acuerdo con esta información establecer las especificaciones nutricionales de la dieta (Summers & Días, 2000). Dichos nutrientes serán proporcionados por cada uno de los ingredientes, por tanto, conocer la composición bromatológica de estas materias primas es el segundo punto a considerar. Dado que se requiere formular al mínimo costo, el último punto comprende el precio en el mercado de cada ingrediente seleccionado (Summers & Días, 2000).

### **2.3 Marco contextual.**

El comercio mundial de pimienta alcanzó los US \$850 millones en el año 2017; con muchos países que la importan y muy pocos que la producen (Barrientos, 2008; Pérez, 2019), este ingrediente de origen asiático tiene sus principales productores en éste continente destacándose en primer lugar India, con una producción de 57 mil toneladas, mientras que, en América Latina, los mayores productores de pimienta negra son Brasil (44610ton/año), México (3453 ton/año) y Ecuador (2234 ton/año) (Ravindran, 2005), la variedad, pimienta negra, constituye el 80% de las importaciones. Mientras que en, Colombia la pimienta, fue llevada hace 10 años al departamento del Putumayo, en parte de las estrategias de sustitución de cultivos ilícitos en la zona, es posible encontrar cultivos de esta especie en municipios como Valle del Guamez, Orito, Puerto Caicedo, Villagarzón, Mocoa, (Guerra, 2019), en este departamento son producidas 671.31 toneladas de pimienta al año distribuidas en 804.20 hectáreas de cultivo.

Por otro lado, la accesibilidad a materias primas en la región es limitada, por lo tanto, al momento de formular una ración con el propósito de disminuir costos de producción se encuentran limitantes como lo son la cantidad y calidad de ingredientes disponibles en el mercado.

## **2.4 Marco Legal.**

Ley 29 de 1990, dicta disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y dispone que le corresponda al Estado promover y orientar el adelanto científico.

El artículo 27 de la constitución política de 1991, estipula que el Estado garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra. Que según el artículo 70 de la Carta Magna, el Estado promoverá la investigación, la ciencia, el desarrollo y la difusión de los valores culturales de la Nación.

Resolución 1056 de 1996, por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los. Insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones Nos. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993, donde se relacionan los requisitos que deben presentar todas las personas naturales o jurídicas dedicadas (producción, producción por contrato) o que intervenga en cualquier proceso de un Insumo Agropecuario.

La resolución 2640 de 2007, por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para consumo humano.

### **3. Diseño metodológico.**

#### **3.1 Tipo de investigación.**

Este proyecto corresponde a un estudio experimental cuantitativo, en el cual se busca evaluar el efecto de la inclusión de pimienta negra molida (*Piper nigrum L.*) en la dieta ofrecida a lechones previo al destete efectuado a los 24 días de edad del lechón (Creep feeding), y tres semanas después de éste, para determinar su influencia sobre el desempeño productivo y la presencia de diarreas.

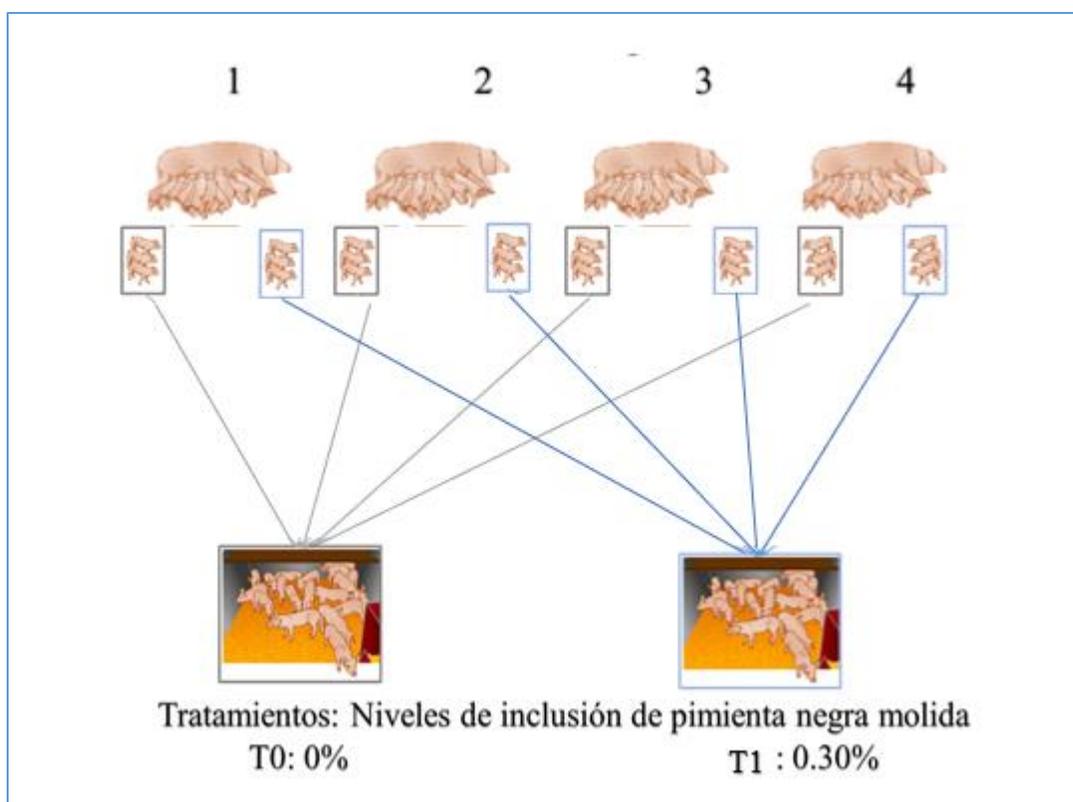
#### **3.2 Población y muestra.**

La población es la totalidad de animales existentes en la finca Animal Pro, aproximadamente setenta (70) cerdos.

La muestra estuvo compuesta de 42 lechones de los cruces pic 410 x pietran, pic 410 x landrace y duroc x pietran maximus, con un peso promedio de  $3,721.80g \pm 652,44 g$ , de ambos sexos, con una edad promedio de 10 días, descendientes de 4 cerdas.

#### **3.3 Diseño estadístico.**

Este experimento se fundamenta en un diseño de bloques al azar con igual número de repeticiones (Balanceado), donde el bloque representa al origen de la camada (4 cerdas reproductoras), con dos tratamientos (dos niveles de inclusión de la pimienta negra molida: 0% y 0.30%), los lechones fueron considerados como unidades experimentales (UE) en la fase predestete, teniendo entonces, un total de 42 UE, de ambos sexos en dicha fase, mientras que, en el post-destete los corrales representaron las UE, siendo un total de 2 UE, cada una con 21 lechones.



**Figura 3. Esquema del diseño experimental para el manejo de las camadas por bloque.**

### 3.4 Hipótesis.

H0: La inclusión de pimienta negra en la dieta pre y post destete no afecta el desempeño productivo ni mejora la incidencia de diarrea post destete.

H1: La inclusión de pimienta negra en la dieta pre y post destete si afecta el desempeño productivo y mejora la incidencia de diarrea post destete.

### 3.5 Variables.

La inclusión de pimienta negra molida tuvo dos niveles: 0g/Kg, y 3,0g/kg de alimento balanceado, T0: 0% y T1: 0,30% respectivamente. Las variables respuesta son:

- 1) Variables de desempeño productivo

- Ganancia de peso semanal (GP): Los animales fueron pesados al inicio del experimento y posteriormente cada 7 días, así mismo, tuvo dos tipos de mediciones: Individual en términos del predestete y grupal en términos de postdestete, para realizar el cálculo de GP se restó el peso semanal del peso inicial en gramos

$$GP = \text{Peso semanal} - \text{peso inicial}$$

- Consumo de alimento (g): Se evaluó al pesar el alimento ofrecido y el alimento rechazado diariamente, el registro se realizó en gramos.

Este consumo en ambas fases experimentales tuvo una medición grupal, donde el consumo individual de cada lechón fue calculado en base al consumo total dividido en el número de lechones en cada corral.

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}}{\text{Número de lechones por corral}}$$

- Conversión Alimenticia (CA): Se consiguió al dividir el consumo de alimento promedio en la ganancia de peso promedio. Igual que en el consumo, la CA se midió de forma grupal

$$CA = \frac{\text{Consumo alimento promedio}}{\text{Ganancia de peso promedio}}$$

## 2) Variables referentes a la presencia de diarreas

Se evaluó la presencia de diarreas mediante la observación de la consistencia de las heces de los lechones, se observó la presencia de deposiciones en el tren posterior de los animales y el piso de la jaula para identificar cuantos y cuales han presentado este fenómeno en cada corral

(Figura 4), cada día experimental a partir de las 08:00h am hasta las 17:00h pm, su evaluación fue por una única persona.



**Figura 4. Monitoreo de la presencia de diarreas.**

Calificación de las heces: a. Heces normales. b. Heces pastosas. c. Diarrea.

- La clasificación de las heces se realizó según el siguiente puntaje: 1: Normales 2: Heces pastosas y 3: diarreicas. Método basado en el descrito por Silva *et al.*, (2020)

$$\% = \frac{(P1xD) + (P2xD) + (PnxD)}{\frac{n}{TD}} \times 100$$

Donde P (1,2...n) = Representa a cada cerdo dentro de un corral

D= Es el número de días que el cerdo mostro puntaje de heces

TD= Es el número total de días en que los puntajes de diarreas fueron monitoreados

3) Variables referentes al análisis beneficio-costos:

- Tasa de conversión económica (TCE): Se expresa en pesos (\$COP) y relaciona el costo del alimento con la CA (Conversión alimenticia),

$$TCE = CA * \$ \text{ Kg de alimento.}$$

### **3.6 Fases de la investigación.**

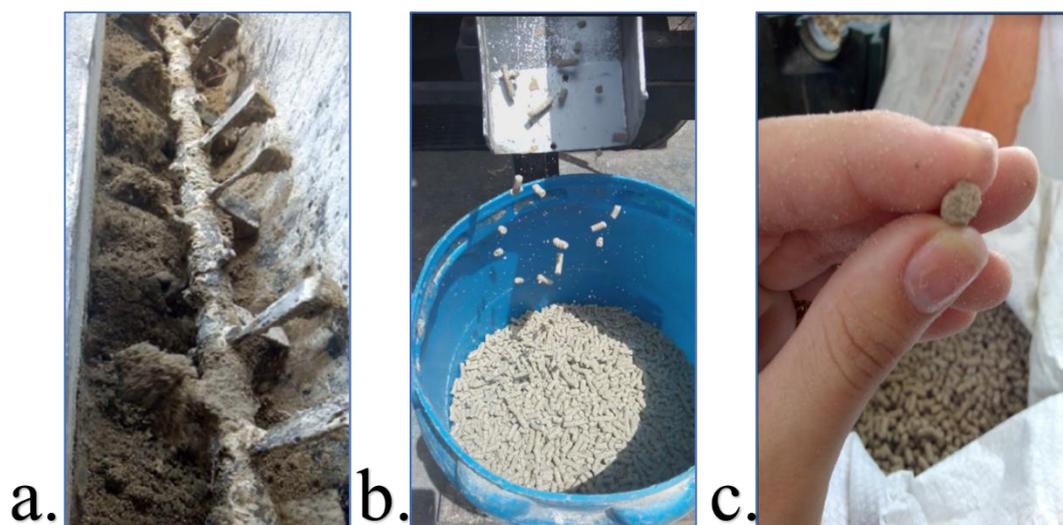
#### **3.6.1 Fase pre- experimental.**

*3.6.1.1 Obtención de las materias primas.* Se realizó la compra de las materias primas en distribuidoras de granos y agropecuarias de Cúcuta. En el caso de la pimienta negra, esta se adquirió en grano seco y fue molida durante el proceso de elaboración de las dietas.

*3.6.1.2 Caracterización bromatológica de las materias primas.* Para dar inicio a la formulación de la dieta se determinó el contenido nutricional de los ingredientes a emplear, para ello, se realizaron los análisis bromatológicos respectivos. Se recurrió al laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional sede Medellín para para los análisis de Humedad, Cenizas totales, extracto etéreo, fibra, azúcares totales y la medición del contenido de Nitrógeno determinado por el método Kjeldahl (A.O.A.C, 1990), del cual, al multiplicar por 6,25 se obtendrá el contenido de proteína cruda, así mismo se solicitó análisis de energía por método calórico a este laboratorio.

*3.6.1.3 Formulación y fabricación de las dietas experimentales.* Posteriormente, se realizó la formulación del alimento balanceado para los lechones, el cual fue clasificado en 2 fases, como se muestra en la (Tabla 1), considerando los requerimientos nutricionales para esta etapa, de acuerdo los valores sugeridos por la NRC (Cromwell , 2015) y valores garantizados por las principales casas de alimento comercial (SOLLA e ITALCOL), estas dietas emplearon materias primas disponibles en la producción, previamente analizadas, además incluyeron la proporción del aditivo descrito para los distintos grupos. Se efectuó la fabricación del mismo en las instalaciones Animal Pro (Figura 5), haciendo uso de la maquinaria disponible por el

propietario de la producción. Finalmente, luego de la formulación y elaboración de las dietas experimentales, se analizaron las muestras del alimento elaborado de las Fase I y Fase II, para confirmar el cumplimiento de los valores establecidos.



**Figura 5. Proceso de elaboración de las dietas experimentales.**

a. Mezcla de los ingredientes, b. proceso de pelletización, c. Embalaje del alimento en sacos.

*3.6.1.4 Inclusión del aditivo.* Para evaluar la suplementación con pimienta negra (*Piper nigrum L.*) en el crecimiento e incidencia de diarreas en los lechones se incluyó de la siguiente manera: El Tratamiento control (T0) sin inclusión de pimienta y el tratamiento con inclusión de pimienta (T1: 0,3%), todos los lechones se alimentaron con el pienso estandarizado para cada fase experimental de acuerdo a la (*Tabla 1*).

**Tabla 1. Composición de las dietas experimentales.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Fase I: 11-45 días de edad</b>	
	<b>Control</b>	<b>0,30</b>
Repila de Maíz	45,00	44,0
Harina de Soya	10,00	10,0
Harina de Arroz	23,49	23,9
Harina de carne	3,50	3,50
Harina de garbanzo	5,02	5,02
Alternativo a la melaza	3,00	3,00
Harina de Sangre	2,00	2,00
Aceite vegetal	2,00	2,00
Biomix	2,50	2,50
Tricalfos	2,00	2,00
Pimienta negra	0,00	0,30
Sal	0,24	0,24
L-LYS (78%)	0,74	0,74
DL-MET (99%)	0,51	0,51
Total	100	100
<b>Composición química determinada</b>		
Humedad (%)	10,80	10,0
Proteína cruda (%)	17,97	17,97

Extracto etéreo (%)	6,88	6,88
Fibra cruda (%)	2,31	2,31
Materia mineral (%)	7,12	7,12
Extracto No Nitrogenado (%)	51,6	51,6
Carbohidrato total (%)	54,9	54,9
Calcio (%)	0,7	0,7
Fósforo (%)	0,6	0,6
Energía metabolizable (Kcal/Kg)	3.148	3.18
Relación Energía:Proteína	175,18	175,18

*3.6.1.5 Acostumbramiento.* Esta etapa previa al inicio del experimento consta del suministro de papilla 4 veces en la mañana y 5 veces en la tarde, la cual, de acuerdo con la ABCS, (2014), consistió en el alimento balanceado remojado con agua en una relación 2,7L de agua por cada kilogramo de alimento balanceado, los lechones con una edad de 7 días recibieron esta papilla durante 4 días siempre con la ración seca, cumplido este periodo se prosiguió con el suministro de la dieta correspondiente a la fase I, cabe anotar que los lechones fueron destetados a una edad de 24 días.

### **3.6.2 Fase experimental.**

*3.6.2.1 Alojamiento.* Durante el periodo de acostumbramiento y durante la lactancia, los lechones se alojaron con sus madres, los bloques fueron separados en 2 grupos, con 2 camadas cada uno, y se verificó el consumo de las dietas experimentales según la camada correspondiente, durante el horario programado para su suministro. Posteriormente, al momento del destete fueron alojados en los corrales de destete, teniendo en cuenta sus pesos y sexo para homogeneizar los grupos experimentales, con un área aproximada de 4m<sup>2</sup> cada corral, dotado con piso de plástico con ranuras y dos bebederos tipo niple.

*3.6.2.2 Suministro de tratamientos.* Las dietas experimentales fueron proporcionadas inicialmente en cantidades pequeñas de 200 g proporcionados en 4 veces al día (2 en la mañana, 2 en la tarde, como se muestra en la *(Tabla 2)* durante los primeras diecisiete días de experimentación, respectivos al acostumbramiento y la Fase I, en comederos con divisiones que aseguren un espacio de 15cm/lechón. Así mismo, durante la fase II, es decir los 21 días contiguos, se suministró a voluntad (*Figura 6*). Además, se verificó el flujo de agua en los bebederos, y se contó con 2 bebederos tipo niple en cada corral.



**Figura 6. Suministro del alimento.**

Suministro de las dietas experimentales durante la fase I, b. Suministro de las dietas experimentales durante la fase II

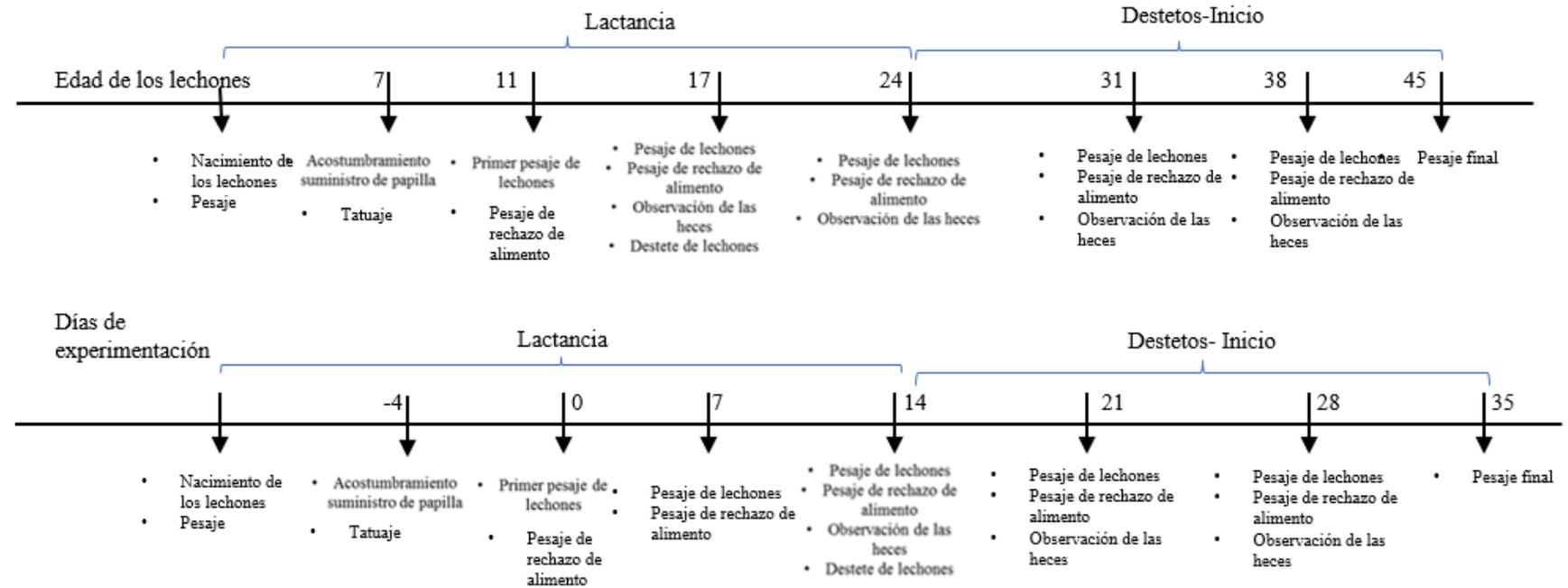
**Tabla 2. Horarios de suministro del alimento**

<b>Horarios de alimentación</b>			
<b>Fase Jornada</b>	<b>Acostumbramiento</b>	<b>Fase I</b>	<b>Fase II</b>
Mañana	9:00am y 11:00am	7:00am, 9:00am y 11:00am	Ad libitum
Tarde	2:00pm y 4:00pm	1:00pm, 3:00pm, 4:00pm y 6:00pm	

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2.3 *Toma de datos.* La toma de datos se realizó semanalmente los días 0, 7, 14, 21 y 28 de experimentación. (Figura 7), se realizó el pesaje de los lechones para calcular el aumento de peso semanal y la conversión alimenticia, sin embargo, en cuanto al pesaje del alimento restante en el comedero se realizó diariamente para calcular la ingesta diaria de alimento.

**Figura 7. Cronología de la experimentación.**

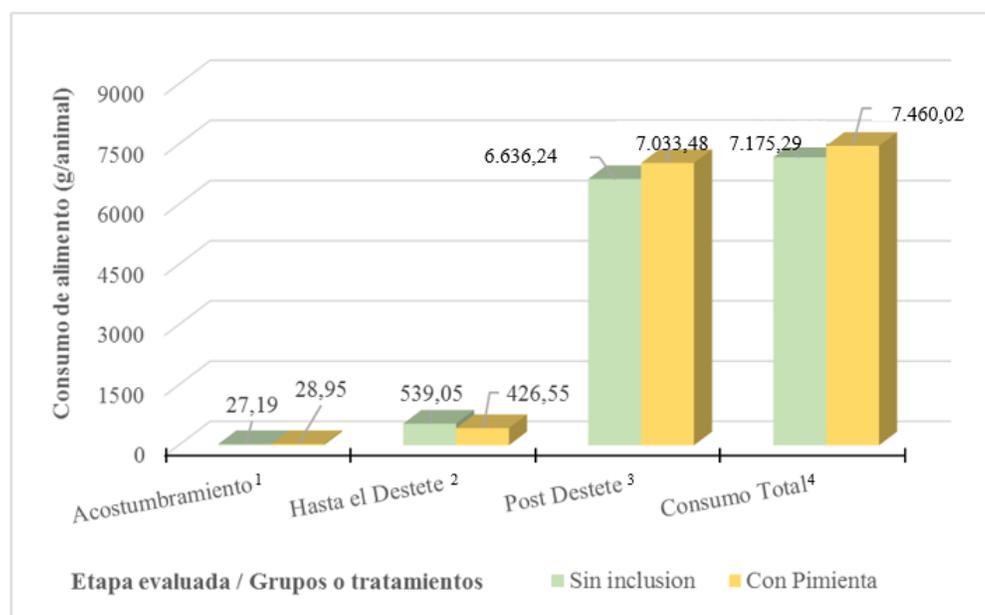


### **3.7 Análisis estadístico.**

Los datos se sometieron a un análisis de varianza, considerando un experimento de diseño bloques al azar, donde el bloque representó al sexo, con dos tratamientos (dos niveles de inclusión: 0% y 0.30%), los lechones fueron considerados como pseudo-réplicas. Cuando  $P < 0.05$ , Tukey se compararán las medias. Por medio del software InfoStat.

#### 4. Resultados.

La (Figura 8), se muestra el consumo de alimento de los lechones durante el experimento, interpretándose que hubo un consumo promedio por lechón durante la fase de acostumbramiento de al menos 27 gramos de alimento húmedo en cada grupo, luego del destete, se observa un incremento en el consumo promedio de alimento por lechón en el grupo de inclusión de pimienta, siendo de 7.033,48 g en el grupo de inclusión vs, 6.636,24g en el grupo sin inclusión, antes del destete las afirmaciones podrían ser subjetivas debido a la influencia de la alimentación con leche materna.

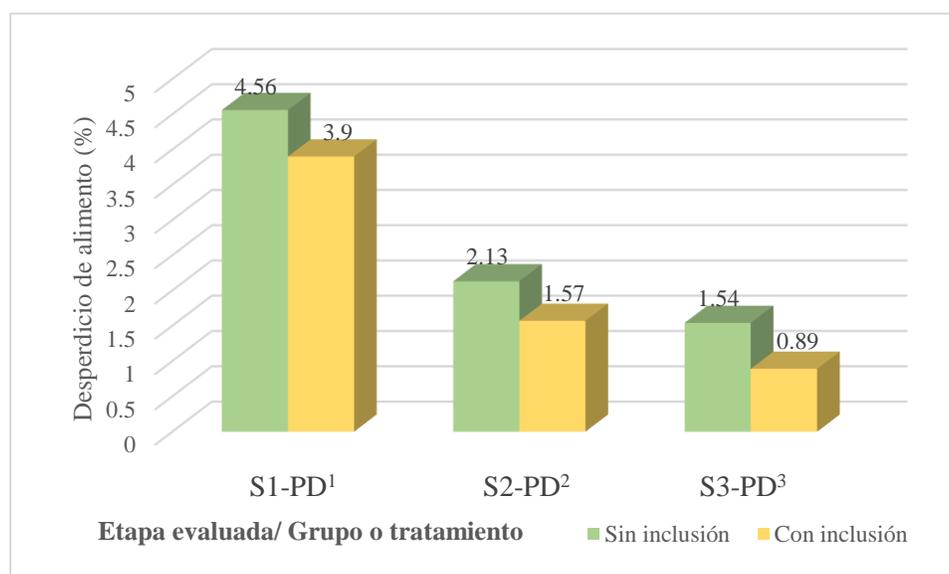


**Figura 8. Consumo de alimento promedio por animal según el uso de pimienta en la dieta.**

<sup>1</sup>Acostumbramiento: Corresponde al período de consumo de alimento húmedo desde el día 7 a 10 de vida. <sup>2</sup>Hasta el destete: Corresponde al período de consumo de alimento seco desde el día 11 hasta el 24 de vida. <sup>3</sup>Post destete: Corresponde al período de consumo de alimento seco

desde el día 25 hasta el 45 de vida. <sup>4</sup>Consumo total: Corresponde al período de consumo de alimento total, es decir, desde el día 11 hasta el 45 de vida.

En la (Figura 9), se observa el desperdicio de alimento promedio por lechón, de acuerdo a la dieta experimental durante cada semana posterior al destete. Se observa que, existe un mayor desperdicio en el grupo sin inclusión, cuya diferencia con el tratamiento con inclusión de pimienta negra molida, se mantuvo constante durante las 3 semanas posteriores al destete. Así mismo, en este último tratamiento, se redujo paulatinamente hasta llegar a un desperdicio de alimento promedio de 0,89% por lechón durante la tercera semana luego del destete (S3-PD), mientras que el tratamiento sin inclusión en el mismo período tuvo un desperdicio de alimento promedio de 1,54%.



**Figura 9. Desperdicio de alimento semanal promedio en el post destete<sup>1</sup> según el uso de pimienta en la dieta.**

<sup>1</sup>S1-PD, Primera semana post destete: Corresponde al período de desperdicio de alimento desde el día 25-31 de vida. <sup>2</sup>S2-PD, Segunda semana post destete: Corresponde al período de desperdicio de alimento desde el día 32-38 de vida.

<sup>3</sup>S3-PD, Tercera semana post destete: Corresponde al período de desperdicio de alimento desde el día 39-45 de vida.

Las tablas 3, 4, 5, 6 y 7 muestran los resultados obtenidos en la fase experimental a partir del día 11 hasta los 45 días de vida de los lechones.

En la (*Tabla 3*), se observa como algunos CV superan el rango del 20% esto obedece a que, posiblemente, al comparar los grupos con y sin inclusión de pimienta los datos no discriminan los sexos de los animales. Por otro lado, estadísticamente no se presentaron diferencias significativas en las variables evaluadas con y sin el uso de pimienta. Sin embargo, apreciando numéricamente, al destete la GP del grupo sin inclusión fue mayor, luego, en el post destete, el grupo con inclusión de pimienta obtuvo una influencia positiva, expresándose en GP superior ( $3.110,50 \pm 169,61\text{g}$  vs.  $2.996,25 \pm 220,13\text{g}$ ).

Como se mostró en la figura anterior, se presentó una leve diferencia en el consumo de alimento, aunque, se puede deducir, que no fue lo suficientemente representativa para afectar la CA, ya que al igual que la GP la CA no presentó diferencias. La CA al final del experimento fue de  $1,13 \pm 0,05$  para el grupo sin inclusión y de  $1,19 \pm 0,06$  para el grupo con inclusión de pimienta.

**Tabla 3. Desempeño productivo en el periodo experimental de los lechones en relación al uso de pimienta (*P. nigrum L*) en la dieta, tomando como referencia el peso vivo a los diez días de vida.**

Variable	Sin inclusión	Con Pimienta
GP <sup>1</sup> al destete (g)	3.650,9 ± 235,4 [23,1%] a	3.370,0 ± 150,3 [19,9%] a
GP <sup>1</sup> Post Destete (g)	2.996,2 ± 220,1 [32,8%] a	3.110,5 ± 169,6 [24,3%] a
GP <sup>1</sup> Total (g)	6.647,2 ± 383,7 [25,8%] a	6.480,5 ± 231,6 [15,9%] a
CA <sup>2</sup> al Destete	0,16 ± 0,01 [26,8%] a	0,13 ± 0,01 [29,3%] a
CA <sup>2</sup> Post Destete	2,44 ± 0,17 [30,9%] a	2,43 ± 0,18 [32,6%] a
CA <sup>2</sup> Final	1,13 ± 0,05 [19,0%] a	1,19 ± 0,06 [24,1%] a

Letras iguales en la misma fila indican homogeneidad o igualdad entre promedios.

<sup>1</sup> GP: Ganancia de peso: *Peso final promedio – peso inicial promedio*, medido en gramos.

<sup>2</sup> CA: Conversión alimenticia: *Ganancia de peso promedio del grupo/ Consumo promedio del grupo*

[ ]: Coeficiente de variación

Ahora bien, agrupando los resultados de acuerdo al sexo de los animales, se sigue evidenciando que estadísticamente no existen diferencias significativas en las variables evaluadas en machos y hembras, así mismo, se observan que, de acuerdo con sus respectivos CV, los machos presentaron una GP total más uniforme respecto a las hembras (CV <20%), animales donde podemos encontrar GP más extremas, es decir, valores mínimos y máximos más lejanos respecto al promedio del grupo (CV >20%) (Tabla 4).

**Tabla 4. Desempeño productivo en el periodo experimental de los lechones de acuerdo al sexo del animal, tomando como referencia el peso vivo a los diez días de vida.**

Variable	Machos	Hembras
GP <sup>1</sup> al destete (g)	3.780,5 ± 136,9 [11,4%] a	3.420,4±178,6 [28,6%] a
GP <sup>1</sup> Post Destete (g)	2.755,5 ± 305,4 [35,0%] a	3.152,6 ± 151,2 [26,2%]a
GP <sup>1</sup> Total (g)	6.536,0 ± 357,8 [17,3%] a	6.573,1 ±273,5 [22,7%] a
CA <sup>2</sup> al Destete	0,13 ± 0,01 [15,9%] a	0,15 ± 0,01 [29,9%] a
CA <sup>2</sup> Post Destete	2,76 ± 0,27 [31,4%] a	2,33 ± 0,13 [30,5%] a
CA <sup>2</sup> Final	1,115 ± 0,05 [15,0%] a	1,16 ± 0,05 [23,8%] a

Letras iguales en la misma fila indican homogeneidad entre promedios

<sup>1</sup> GP: Ganancia de peso: *Peso final promedio - peso inicial promedio*, medido en gramos.

<sup>2</sup> CA: Conversión alimenticia: *Ganancia de peso promedio del grupo/ Consumo promedio del grupo*. []: Coeficiente de variación

En la (Tabla 5), se muestran los resultados para las variables de desempeño productivo según el sexo y el grupo experimental, conforme a los resultados anteriores, se comprueba nuevamente que no hubo efecto de la adición de pimienta negra en el alimento sobre la GP y CA de los lechones evaluados. Sin embargo, numéricamente se aprecia que los machos tuvieron una respuesta más uniforme según la inclusión o no de pimienta negra molida en la dieta, respecto a las hembras (CV < 20%), de igual forma, las hembras tienden a tener resultados más dispares, con un consumo de alimento constante.

**Tabla 5. Desempeño productivo en el periodo experimental de machos y hembras en relación al uso de pimienta (*P. nigrum L.*) en la dieta, tomando como referencia el peso vivo a los diez días de vida.**

Variable	Machos		Hembras	
	Sin inclusión	Con Pimienta	Sin inclusión	Con Pimienta
GP <sup>1</sup> al destete (g)	3.483,5±217,0 a [12,4%]	3.116,6±305,2 a [23,9%]	3.373,6±211,0 a [24,2%]	3.560,6±124,1 a [13,0%]
GP <sup>1</sup> Post Destete (g)	3.133,7±381,6 a [24,3%]	3.319,1±304,4 a [22,4%]	3.150,6±217, 4a [26,7%]	2.635,7±179, 6a [25,5%]
GP <sup>1</sup> Total (g)	6.617,2±343,9 a [10,4%]	6.435,8±295,7 a [11,2%]	6.524,3±346,6 a [20,5%]	6.205,3±201,5 a [12,1%]
CA <sup>2</sup> al Destete	0,16 ±0,01 a [12,4%]	0,15 ±0,02 a [32,7%]	0,16±0,01 a [32,4%]	0,13±0,01 a [19,7%]
CA <sup>2</sup> Post Destete	2,22 ±0,28 a [25,3%]	2,23± 0,23 a [25,5%]	2,33±0,21 a [34,5%]	2,79 ±0,20 a [26,9%]
CA <sup>2</sup> Final	1,09 ±0,06 a [11,4%]	1,17 ±0,06 a [11,6%]	1,18±0,09 a [20,5%]	1,20±0,04 a [11,9%]

Letras iguales en la misma fila indican homogeneidad entre promedios.

<sup>1</sup> GP: Ganancia de peso: *Peso final promedio - peso inicial promedio*, medido en gramos <sup>2</sup>

CA: Conversión alimenticia: *Ganancia de peso promedio del grupo/ Consumo promedio del grupo*. []: Coeficiente de variación

Ahora bien, en la (tabla 6), se muestra la incidencia de diarreas de acuerdo a la inclusión o no de pimienta negra en la dieta de los lechones. Estadísticamente no existe asociación entre el hecho de utilizar o no la pimienta en la formulación de la dieta con la cantidad de animales que presentaron heces con consistencia normal, pastosa o diarreica (Chi-cuadrado de Pearson verificado con Test de Fischer, *p-valor* de 0,856), sin embargo, de acuerdo a la evaluación propuesta por Silva. *et al*, (2020), en el grupo con inclusión de pimienta es mayor el número de animales con heces de consistencia normal y menor la cantidad de animales con heces de

consistencia pastosa y diarreica, distribuyéndose porcentualmente en 78,73% heces normales en el grupo sin inclusión y 87,94% en el grupo con inclusión de pimienta, 6,03% heces pastosas en el grupo sin inclusión y 4,44% heces pastosas en el grupo con inclusión de pimienta, finalmente el grupo sin inclusión mostró un 15,24% de heces diarreicas, mientras que el grupo con inclusión tan solo el 7,62% evidenció esta clasificación.

**Tabla 6. Cantidad de animales (%) que presentaron heces normales, condición pastosa o diarrea según el uso o no de pimienta negra (*P. nigrum L.*) molida en la dieta.**

Método de evaluación de diarreas	Grupo o TTO	Normal (%)	Pastosa (%)	Diarreica (%)
Incidencia por regla de tres matemática <sup>1</sup>	Sin inclusión	81,97	7,14	10,88
	Con Pimienta	87,07	4,76	8,16
Incidencia por método de Silva. <i>et al.</i> , (2020) <sup>2</sup>	Sin inclusión	78,73	6,03	15,24
	Con Pimienta	87,94	4,44	7,62

<sup>1</sup>Incidencia de diarreas regla de tres: [ número de lechones que presentaron determinado puntaje de heces/ número de lechones en el corral]\*100. <sup>2</sup>Incidencia de diarreas método Silva *et al.*, (2020): El porcentaje de las heces 1 (Normales), 2 (Pastosas) o 3 (Diarreicas) obedece a la fórmula (%) = {[ $(P_1 \times D) + (P_2 \times D) + (P_n \times D)$ ]/n/TD} x 100, donde P (1, 2...n) = representa a cada cerdo dentro de un corral (n); D = es el número de días que cada cerdo mostró puntuaciones de heces 1, 2 o 3 dentro del corral; TD = es el número total de días en los que se monitorearon las puntuaciones de diarrea.

En la (Tabla 7), se muestra la tasa de conversión económica (TCE), obtenida mediante el producto de CA y el precio por kilogramo de alimento de acuerdo a la dieta experimental o tratamiento, se observa que hasta el destete, la inclusión de pimienta obtuvo una menor TCE, lo cual coincide con una mejor CA (Tabla 3), sin embargo, durante el post destete tuvo una diferencia en cuanto a la otra dieta de \$208,69 COP, por lo tanto la TCE total mantuvo una

diferencia cercana a dicho valor, representando un incremento de \$ 214,80 COP por el total de la dieta, éste se relaciona con una CA mayor para dicho tratamiento (*Tabla 3*).

**Tabla 7. Tasa de conversión económica (TCE) de acuerdo a la inclusión o no de pimienta (*P. nigrum L*) en la dieta de lechones.**

<b>TCE<sup>1</sup></b>	<b>Hasta el destete<sup>2</sup></b>	<b>Post destete<sup>3</sup></b>	<b>Total<sup>4</sup></b>
<b>Grupo o TTO</b>			
Sin inclusión	\$ 277,62	\$ 4.233,68	\$ 1.960,68
Con pimienta	\$ 237,66	\$ 4.442,37	\$ 2.175,48

<sup>1</sup>TCE: Tasa de conversión económica= Costo por kg de alimento\* CA. <sup>2</sup>Hasta el destete: Corresponde al período de consumo de alimento seco desde el día 11 hasta el 24 de vida. <sup>3</sup>Post destete: Corresponde al período de consumo de alimento seco desde el día 25 hasta el 45 de vida. <sup>4</sup>Total: Corresponde al período de consumo de alimento total, es decir, desde el día 11 hasta el 45 de vida.

## 5. Discusión.

Gran parte de las producciones porcinas tecnificadas realizan el destete de los lechones a edad de 21 a 35 días, esta operación representa el evento más abrupto en la vida del lechón, por su parte, las dietas de preinicio constituyen un recurso que no todas las porcícolas asumen, a pesar de que los beneficios que otorgan son múltiples y han sido comprobados. En este estudio se buscó evaluar el efecto de la inclusión de pimienta negra en la dieta de lechones durante el destete sobre su crecimiento e incidencia de diarreas, en primer lugar se encontró que durante el período de acostumbramiento, es decir, desde el día 7 hasta el día 10 de vida, los lechones tuvieron un consumo total de alrededor de 27g de alimento húmedo (*Figura 8*), durante esta etapa la alimentación es considerada variable y de tipo exploratoria (Middelkoop, *et al* 2019), sin embargo proporcionar el alimento en forma de papilla estimula el consumo previo al destete (Clourad *et al.*, 2018) y, esta exploración conlleva eventos fisiológicos ya que la alimentación temprana impacta la microbiota intestinal y su metabolismo (ácidos grasos de cadena corta), así como el desarrollo del sistema digestivo (Choudhury *et al.*, 2021), por su parte, algunos autores han encontrado que la conducta alimentaria del lechón durante la lactancia aumenta gradualmente y es mayor cerca de la semana previa al destete (Choudhury *et al.*, 2021; Sands *et al.*, 2021).

Luego del período de acostumbramiento, se registró el consumo de alimento sólido durante 2 semanas de lactancia (Desde los días 11 a día 24 de vida del lechón), con el propósito de facilitar la transición hacia el consumo de alimento durante el destete y observar los efectos del aditivo (pimienta negra molida al 0,3% de inclusión), se determinó una ingesta total por lechón de 426,55g en el grupo con inclusión de pimienta y 539,05 g en el grupo sin inclusión (*Figura 8*). Es sabido que durante la fase final de la lactancia la producción de leche por parte la cerda disminuye, por tanto, la alimentación del lechón lactante es reducida, en este orden de ideas, el suministro de alimento durante la lactancia ha sido una tendencia reciente en el manejo de cerdos,

Jayaraman & Nyachoti, (2017), afirman que, la aplicación de creep feeding obtiene beneficios como una ganancia de peso promedio mayor durante el destete en lechones alimentados durante la lactancia, aunque conseguir que los lechones consuman alimento sólido antes del día 28 es complejo ya que solo alrededor del 50% de los lechones de una camada comen antes del destete, Bruininx *et al.*, 2002 ; Heo *et al.*, 2018, citado por (Kobek *et al.*, 2021). Se ha estudiado que, entre los objetivos de ofrecer alimento con mayor frecuencia durante la lactancia, se encuentran las oportunidades de mejorar el peso al destete y el rendimiento en las fases posteriores, también estimular la secreción de enzimas y promover la tolerancia a los antígenos presentes en las dietas, sin embargo, se ha sugerido que para el logro de estos objetivos es necesario una ingestión promedio de 600 g de alimento pre destete lo que es un consumo intangible si se tienen en cuenta las edades de destete actuales (Elanco, 2020), de acuerdo con este argumento, el tratamiento sin el aditivo estuvo más cerca a este consumo lo cual pudo haberle simbolizado un efecto positivo para la etapa posterior.

Luego, en el post destete (24-45 días de edad del lechón), el mayor consumo promedio durante la etapa lo obtuvo el tratamiento con pimienta con 7.033,4g (334,9g/ día) vs. 6.636,2g (316,0g/ día) del tratamiento sin inclusión, autores han hecho seguimiento del consumo post destete empleando dietas con aditivos fitogénicos, Lotufo *et al.*, 2006, obtuvieron un consumo de alimento diario promedio correspondiente al alimento control de 216g/día de durante las primeras 2 semanas consecuentes al destete, dato inferior al obtenido en este ensayo, mientras que Dias *et al.*, 2016, en este mismo periodo, registraron un consumo de 557.29g/ día del control y 543.14g/ día en el tratamiento con 5g/kg de pimienta rosada brasileña en la dieta.

En cuanto a la evaluación de las variables de desempeño productivo, GP y CA, no se encontraron diferencias significativas (*Tabla 3*), esto coincide con los resultados de Wang, *et al.* (2020) quienes tampoco evidenciaron diferencias estadísticas en la respuesta de los lechones ante

la suplementación con un complejo bioactivo. Por otro lado, se observó una dinámica de crecimiento que se diferencia según el sexo del animal, lo cual influye en el coeficiente de variación (CV), donde los machos de cada tratamiento experimental demostraron tener las mejores ganancias de peso totales, además de tener los menores CV (*Tabla 5*), lo cual indica una mayor uniformidad de dichos grupos. Como se ha demostrado en estudios anteriores, la curva de crecimiento de las diferentes especies es de tipo sigmoideal, con un punto de inflexión el cual es la máxima tasa de crecimiento con la edad, este coincide con la madurez sexual del individuo (Lawrence y Flower, 2002, citado por Casas *et al.*, 2010), ésta curva de crecimiento difiere según el sexo del animal, anteriormente se ha demostrado que los lechones machos castrados, superan en capacidad de ganancia de peso a las hembras (Sémper, B. 1997, citado por Benalcázar, 2005), cabe anotar que los resultados de este experimento pudieron haber sido limitados dado el tamaño de la muestra.

Como se mencionó anteriormente, en general, no se encontraron diferencias significativas, sin embargo el grupo al que se le incluyó pimienta negra molida en la dieta, demostró una ganancia de peso mayor cuando se trató del período post destete siendo de 3114,25 g superior al grupo sin inclusión (*Tabla 3*), en este mismo períodos, lo cual coincide con los resultados hallados por Silva *et al.*, (2020), quienes al probar un aditivo en lechones que incluía ácido benzoico, timol, eugenol, y piperina observaron que éste solo tuvo efecto en el período consecuente al destete es decir, de 21-35 días, y es en dicha etapa donde la mayor parte de los problemas influyen en los lechones.

Existen diferentes causas que puedan dar lugar a retrasos en el desarrollo de los lechones, entre ellas Wang, *et al.* (2020), señalan el retraso del crecimiento intrauterino u enfermedades de diferente indole, aunque, es conocido que el fenómeno del destete influye negativamente en los lechones, para ello comúnmente se han empleado promotores de

crecimiento en sus dietas durante la transición destete lactancia, con el propósito de disminuir la incidencia de diarreas y mejorar el rendimiento del crecimiento (Hong, 2020). Este mismo autor señala que en porcinos el promedio de consumo anual de antimicrobianos por kilogramo de peso corporal es de 148 mg / kg (Van Boeckel *et al.*, 2015, citado por Hong, 2020). La adopción de estas medidas representa gastos de insumos veterinarios y por tanto costos que afectaran la rentabilidad de la empresa porcina. De acuerdo con la (*Tabla 7*), la tasa de conversión económica (TCE) del grupo suplementado con pimienta negra molida fue ligeramente mayor con respecto al grupo sin ella, esto debido principalmente por un mayor consumo de la dieta suministrada durante el post destete (*Figura 8*). Cabe anotar que, en el presente estudio el tratamiento con pimienta negra molida tuvo los menores porcentajes de desperdicio de alimento en el transcurso del post destete (*Figura 9*) y el objetivo clave en la práctica de la cría de cerdos es maximizar el consumo de alimento en los lechones recién destetados (Jayaraman & Nyachoti, 2017), para que afronten con éxito la fase aguda del destete (*Figura 2*).

En lo referente a la incidencia de diarreas, su aparición es una de las principales causas de la colonización de la mucosa gastrointestinal por agentes patógenos que perjudican la salud del lechón (Silva *et al.*, 2020). Como se observó en la *tabla 6*, fue mayor el porcentaje de animales que presentaron heces normales en el grupo que fue alimentado con 0,3% de pimienta negra molida en su dieta, además de poseer un porcentaje de diarreas de 8,16% mientras que el grupo sin inclusión del aditivo presentó más del 10% de dicha clasificación, este resultado coincide con el expuesto por Silva *et al.*, (2020), quienes encontraron que los lechones alimentados con el aditivo alternativo obtuvieron un menor porcentaje de heces diarreicas frente al tratamiento control (17% vs. 23% respectivamente), aunque se trató de una tendencia, más no, una diferencia estadística ( $P=0,06$ ). Varios autores coinciden en que, los ingredientes naturales poseen cualidades positivas para convertirse en productos aprovechables en la nutrición y sanidad

animal, ya que se les asumen efectos en la digestión, el equilibrio de la microbiota intestinal, funciones en la barrera de absorción del intestino y en general, bienestar animal (Bento *et al.*, 2013; Franz *et al.*, 2010; Wei *et al.*, 2017 citado por Hong, 2020).

La pimienta negra, por su parte, es un ingrediente natural reconocido por su actividad antioxidante, ésta puede variar de acuerdo al grado de concentración de su componente piperina, en investigaciones previas en lechones se han encontrado efectos positivos de la inclusión de piperina en su asocio con otros fitogénicos en inclusiones de 0,005% en la dieta (Dias *et al.*, 2016) y en cerdos de finalización se encontraron efectos positivos cuando se incluía pimienta negra al 0,3%, de la dieta (Yang *et al.*, 2019), mientras que en aves se recomienda la inclusión de piperina al 0,012% (Da Silva *et al.*, 2012). Su mecanismo de acción consiste en sus componentes glutatión peroxidasa y glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, los cuales han demostrado que, aumentan significativamente la absorción de selenio, complejo de vitamina B, betacaroteno y curcumina, así como otros nutrientes (Srinivasan, 2007 citado por Wang *et al.* 2020). En concordancia con lo anterior, una mezcla de extracto de hierbas que incluía pimienta negra fue suministrada en el período post destete, en una concentración de 250mg/kg (0,025%), a pesar de no tener efecto en el crecimiento de los lechones, demostró mejorar la digestibilidad de la energía de la dieta (Yan *et al.*, 2012 citado por Upadhaya & Kim, 2021), además, Dias *et al.*, (2016), identificaron que la suplementación con aceite esencial de pimienta rosada (*Schinus terebinthifolius Raddi*), aumenta la densidad de vellosidades en el duodeno ( $P < 0.05$ ), lo cual traduce a una mayor capacidad de absorción de nutrientes, es decir, mejor aprovechamiento del alimento, en relación a la pimienta negra, Khajuria *et al.*, (2002) explican que este ingrediente modula las características de permeabilidad del intestino induciendo alteraciones en la dinámica de la membrana, esto indica una influencia positiva sobre la fluidez de la membrana del borde en cepillo, la ultraestructura y la cinética enzimática. Referente a su potencial antioxidante, Liguang

*et al.*, (2020) encontraron una mayor actividad en la mucosa sérica e intestinal de superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa y menor concentración de malonaldehído en consecuencia a la inclusión 200 mg / kg de curcumina + 50 mg / kg de piperina en la dieta de lechones destetados a los 35 días de edad. Dado que el estrés del destete puede manifestarse a nivel intestinal, deteriorando la integridad intestinal y la capacidad digestiva y absortiva, produciendo un aumento del estrés oxidativo intestinal (Upadhaya & Kim, 2021), es relevante el estudio de este ingrediente sobre el efecto de la calidad intestinal del lechón y la prevención de las patologías asociadas con él.

## **6. Conclusiones.**

No hubo efectos estadísticos en el desempeño productivo de los lechones durante la fase de transición lactancia-destete, sin embargo, se observaron diferencias numéricas que permiten señalar que la inclusión de pimienta negra molida al 0,3% favoreció las variables consumo de alimento, GP y CA, éstas últimas, principalmente en los machos.

La pimienta negra generó menor porcentaje de diarreas y heces pastosas durante el post destete, efecto que según estudios previos que pudo asumirse al potencial antioxidante del ingrediente.

La TCE de la dieta con inclusión la pimienta negra al 0,3% indicó que esta estrategia representó \$ 214,80 COP más en los costos, sin embargo, este ligero aumento puede ser verse suplido en reemplazo por el costo de tratamientos veterinarios por tratamiento de diarreas.

## **7. Recomendaciones.**

Se recomienda estudiar el efecto de la pimienta negra, esta vez empleando la piperina en asocio con otros componentes fitogénicos en el efecto de las diarreas post-destete, además de realizar análisis microbiológico de las heces para determinar el efecto del aditivo sobre la microbiota intestinal y análisis sanguíneos para determinar la presencia de los organismos patógenos, por último, incluir en dicha evaluación el análisis del componente tisular del tracto intestinal para evaluar la composición y desarrollo de este luego del destete suplementado con el aditivo.

## 8. Referencias.

- Al-Kassie, G., Butris, G. Y., & Ajeena, S. J. (2012). The potency of feed supplemented mixture of hot red pepper and black pepper on the performance and some hematological blood traits in broiler diet. *Internacional Journal of advanced biological research*, 53-57.
- Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS). (2014). *Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília: Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal.
- Báez, L. (2017). *Manual de cría y manejo técnico de ganado criollo porcino en condiciones de trópico húmedo*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal.
- Barrientos, O. (2008). *Región Huetar Norte: Oferta Exportadora y oferta potencial de productos agropecuarios alternativos*. San José de Costa Rica: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica. PROCOMER.
- Beaulieu, A., Aalhus, J., Williams, N., & Patience, J. (2010). Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality pork. *Journal Animal Science*, 88, 2767-2778. Recuperado el Marzo de 2021
- Benalcázar, M. (2005). Utilización de laurato de nandrolona como estimulante de crecimiento en lechones-Granporsa San Carlos. *Tesis de grado*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Boyd, R. D. (2012). Integrating science into practice and getting it right. *43rd Annual American Association of Swine Practitioners Conference*. Denver.
- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Aceites esenciales en la nutrición avícola: Principales efectos y modos de acción. *Animal feed science and technology*, 1-14.

- Bruininx, E., Binnendijk, G. P., Van der Peet-Schwering, C., Schrama, J. W., Den Hartog, L. A., Everts, H., & Beynen, A. C. (2002). Efecto del creep-feeding sobre las características de consumo de alimento individual y el rendimiento de lechones destetados en grupo. *Journal Animal Science*, 1413 – 1418.
- Canibe, N. (2007). Alimentación de lechones. 1.-sistemas de alimentación y aditivos en piensos de iniciación. *XXIII Curso de especialización FEDNA*, (págs. 179-212.). Madrid.
- Castro, M. (2005). Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 451-458.
- Casas, G., Rodríguez, D., & Afanador, G. (2010). Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz y su aplicación al crecimiento de cerdos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 349-358.
- Choudhury , R., Middelkoop , A., De Souza, J., Van Veen, L., Gerrits, W., Kemp, B., Kleerebezem, M. (2021). Impacto de la alimentación temprana en la microbiota intestinal local y el desarrollo del sistema digestivo en lechones. *Informes científicos*.
- Clourad, C., Venrooji, K., Auge, A., & Enckevort, A. (2018). Efecto de un tipo innovador de creep feed sobre el rendimiento y comportamiento de los lechones antes y después del destete. *Revista de investigación porcina francesa*, 113-118.
- Cromwell , G. (2015). *Requisitos nutricionales de los cerdos*. Obtenido de Manual de MSD manual veterinario: <https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-pigs/nutritional-requirements-of-pigs#v4641986>
- Da Silva, V., Ribeiro, C., Gomes, L., & Miranda, M. (2012). Piperine as a phytogetic additive in broiler diets. *Pesquisas Agropecuarias*, 489-496.

- Diao, H. Z. (2010). Effects of benzoic acid (VevoVital®) on the performance and jejunal digestive physiology in young pigs. *Journal Animal Science* , 1-7.
- Dias Gois, F., Leon Gomez, P., de Souza Cantarelli, V., Corrêa do Bomfim Costa, L., Fontana, R., Bezerra Allaman, I, Batista Costa, L. (2016). Effect of Brazilian red pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil on performance, diarrhea and gut health of weanling pigs. *Livestock Science*, 24-27.
- Douglas, S. L., Edwards, S. A., Sutcliffe, E., Knap, P. W., & Kyriazakis, I. (2013). Identificación de los factores de riesgo asociados con el pobre desempeño del crecimiento de por vida en los cerdos. *Journal of Animal Science*, 4123-4132.
- ELANCO. (2020). Especialización en manejo avanzado de la integridad intestinal del cerdo. 333pigs.
- El-Hack, M., Alagawany, & Abdelnour, S. (2018). Responses of growing rabbits to supplementing diet with a mixture of black and red pepper oils as a natural growth promoter. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 1-9.
- Fajardo López, J. (2020). La economía porcícola colombiana 2010-2019. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1.
- Gao, X., Zhang, D., & Zhang, J. (2006). *Compendio ilustrado aplicado de Materia Medica*. Beijing: Foreign Language Press.
- Ghaedi, H., Nasr, J., Kheiri, F., Rahimian, Y., & Miri, Y. (2014). El efecto del extracto de virginiamicina y pimienta negra (*Piper nigrum* L.) en el rendimiento de los pollos de engorde. *Opiniones de investigación en ciencias animales y veterinarias*, 91-95.
- Guerra, N. Y. (2019). Estudio de Factibilidad del Cultivo de Pimienta Negra en el Municipio de Puerto Leguizamo Putumayo- Colombia. *Tesis de grado*. Caquetá, Florencia, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

- Heo, J. M., Opapeju, F. O., Pluske, J. R., Kim, J. C., & Hampson, D. J. (2012). Salud gastrointestinal y función en cerdos destetados: una revisión de las estrategias de alimentación para controlar la diarrea posterior al destete sin usar compuestos antimicrobianos en el alimento. *Revista de fisiología y nutrición animal*, 207-237.
- Heo, P., Jang, D., Hong, J., & Kim, Y. (2018). Efectos de los diferentes tipos de piensos de fluencia sobre el rendimiento y el desarrollo intestinal antes y después del destete. *Revista asiático-australiana de ciencias animales*, 1956.
- Heugten, E. C. (1996). Effects of immune challenge, dietary energy density, and source of energy on performance and immunity in weanling pigs. *Journal Animal Science*, 2431-2440.
- Hong, W. (2020). Aplicación de aceites esenciales vegetales en dietas porcinas. *Aditivos para piensos*, 227-237.
- Jansons, I. A. (2011). The influence of organic acid additive, phytoadditive and complex of organic acid additive phytoadditive on pig productive on meat quality. *Agron. Res*, 389-394.
- Jayaraman, B., & Nyachoti, C. (2017). Prácticas de cría y resultados de salud intestinal en lechones destetados: una revisión. *Nutrición Animal*, 205-211.
- Kelley, K. W. (1980). Stress and immune function: A bibliographic review. *Ann Rech Vet*, 445–478.
- Khajuria, A., Thusu, N., & Zutshi, U. (2002). La piperina modula las características de permeabilidad del intestino induciendo alteraciones en la dinámica de la membrana: influencia en la fluidez de la membrana del borde del cepillo, la ultraestructura y la cinética enzimática. *Phytomedicine*, 224-231.
- Kobek, C., Vodolazs'ka, D., Lauridsen, C., Canibe, N., & Pedersen, L. (2021). Impacto del alimento líquido suplementario antes del destete y la edad al destete de los lechones en el consumo de alimento después del destete. *Ciencia ganadera*, 104680.

- Liguang, S., Wenjuan, X., Weiqi, P., Haichao, H., Ting, C., & Guanyu, H. (2020). Efecto del uso único y combinado de curcumina y piperina sobre el rendimiento del crecimiento, la función de barrera intestinal y la capacidad antioxidante de los lechones destetados de Wuzhishan. *Frontiers in Veterinary Science*, 418.
- Liu, J., & Yin, F. (2015). Pimienta negra (*Piper nigrum L.*). En Y. Liu, Z. Wang, & J. Zhang, *Hierbas chinas dietéticas: química* (págs. 457–467). Vienna: Farmacología y evidencia clínica.
- Lopez, L., & Sulabo, R. (Dic de 2020). Efecto de la complejidad de la dieta y la fase de alimentación sobre el rendimiento del crecimiento, la incidencia de la diarrea y la economía de la dieta en porcinos de vivero. *Revista filipina de ciencias veterinarias y animales*, 46, 103-114.
- Lotufo, L., Utiyama, C., Giani, P., dosSantos, U., & Miyada, S. (2006). Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1389-1397.
- Lozano Gutiérrez, J. L., & Manrique Rayo, P. T. (2014). Evaluación de dos sistemas de alimentación en lechones en etapa de precebo. Cali, Tesis de grado: Universidad de la Salle.
- Mansoub, N. H. (2011). Comparación del uso de diferentes niveles de pimienta negra con probióticos en el rendimiento y la composición sérica de pollos de engorde. *J. Aplicación básica Sci. Res*, 2425-2428.
- Middelkoop, A., Costermans, N., Kemp, B., & Bolhuis, E. (2019). La ingesta de alimento de la cerda y la alimentación lúdica de los lechones influyen en el comportamiento y el rendimiento de los lechones antes y después del destete. *Informes científicos*, 16140.

- Milagres-Rigueira, L., Thomaz, M., Milagres-Rigueira, D., Fonseca-Pascoal, L., Borges-Amorim, A., & Lemos-Budiño, F. (2013). Efecto del plasma y / o extracto de levadura sobre el rendimiento y la morfología intestinal de lechones de 7 a 63 días de edad. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 496-503.
- Mittal, R., & Gupta, R. L. (2000). Actividad antioxidante in vitro de la piperina. *Métodos y hallazgos en farmacología experimental y clínica*, 271-274.
- Molina Chinchilla, M. A. (2020). Comparación de una dieta de pollo de engorde, utilizando promotor de crecimiento (Virginiamicina y Colistina) versus una alternativa a base de ácidos orgánicos y fitogénicos. Tesis, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemal.
- Mujumdar, A. M., Dhuley, J. N., Deshmukh, V. K., Raman, P. H., & Naik, S. R. (1990). Actividad antiinflamatoria de la piperina. *Revista japonesa de ciencias médicas y biología*, 95-100.
- Namkung, H., Li, M., Gong, J., Yu, H., Cottrill, M., & de Lange, C. (2004). Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. *Canadian Journal Animal Science*, 697-704.
- Nyachoti, C., & Jayaraman, B. (2017). Prácticas de cría y resultados de salud intestinal en lechones destetados: una revisión. *Nutrición Animal*, 205-211.
- Osorio, E., Giraldo, J., & Narvaéz, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. *Veterinaria-Zootecnia*, 87-97.
- Peréz Ordoñez, M. H. (2019). Análisis del cultivo de la pimienta como sustituto de cultivos de uso ilícito en el municipio de Puerto Asís, Putumayo. *Tesis*. Bogotá, Colombia : Pontificia Universidad Javeriana.
- Platel, K., & Srinivasan, K. (1996). Influencia de las especias dietéticas o sus principios activos sobre las enzimas digestivas de la mucosa del intestino delgado en ratas. *Revista internacional de ciencias de la alimentación y nutrición*, 55-59.

- Pluske, J. R. (2013). Feed- and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. *Journal Animal Science Biotechnology*, 1.
- Pluske, J. R., Le Dividich, J., & Verstegen, M. (2007). Necesidades nutricionales del lechón destetado. En *El destete en el ganado porcino: conceptos y aplicaciones* (pág. 274). Servet.
- Pluske, J. R., Le Dividich, J., & Verstegen, M. W. (2003). *Destete del cerdo: conceptos y consecuencias*. Editores académicos de Wageningen.
- Ravindran, P. (2005). *Black Pepper. Piper Nigrum*. India: Harwood ac.
- Reis de Souza, T., Mariscal, G., & Escobar, K. (2010). Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la incidencia de diarreas posdestete en lechones. *Veterinaria México*, 275-288.
- Sands, J., Rodrigues, L., Wellington, M., Panisson, J., & Columbus, D. (2021). Pre-and post-weaning performance of piglets offered different types of creep feed. *Canadian Science Publishing*.
- Silva Júnior, C. D., S. Martins, C. C., F. Dias, F., Sitanaka, N., Ferracioli, L., Moraes, J., & Ruiz, U. (2020). The use of an alternative feed additive, containing benzoic acid, thymol, eugenol and piperine, improved growth performance, nutrient and energy digestibility and gut health in weaned piglets. *Journal Animal Science*.
- Thacker, P. A. (2013). Probiotics in the animal nutrition. *Journal Animal Science Biotechnology*, 4.
- Schmidt Hebbel, H. (1980). *Las especias (Condimentos vegetales) y su importancia en química y tecnología de alimentos*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Sen, C. T. (2004). *Cultura alimentaria en la India*. Greenwood Press.
- Singh, Y. N. (1992). Kava una visión general. *Journal of Ethanopharmacology*, 18-45.
- Srinivasan, K. (2007). Black Pepper and its Pungent Principle-Piperine: A Review of Diverse Physiological Effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 735-748.
- Summers, J. D., & Días, J. G. (2000). *Nutrición aviar*. Bogotá.

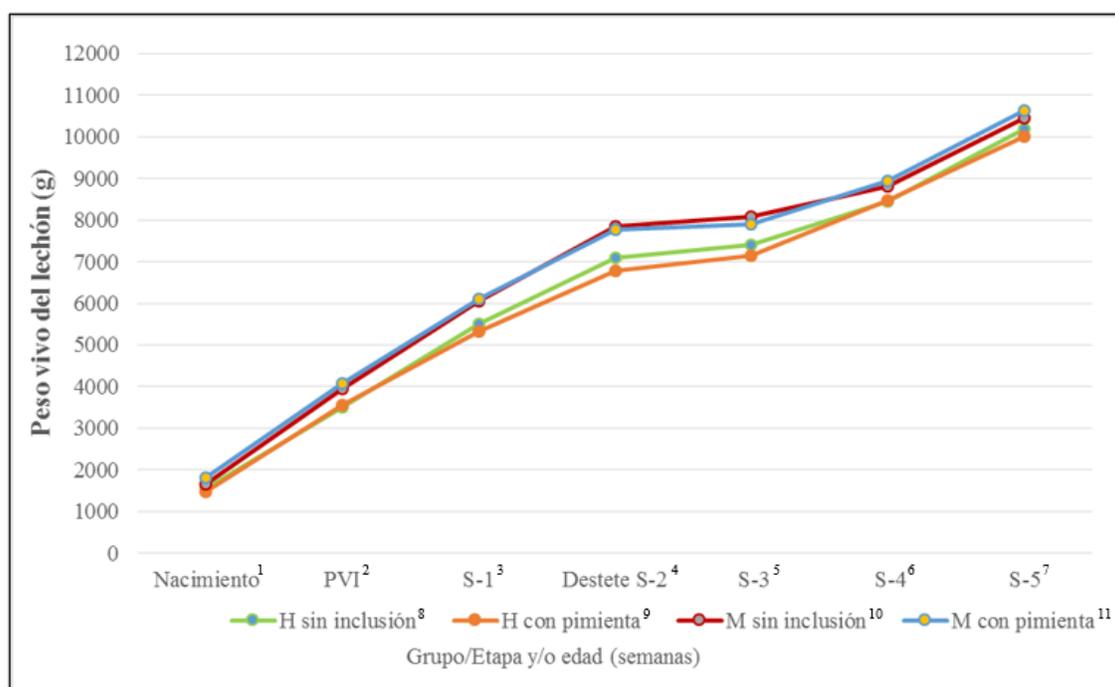
- Sunila, E. S., & Kuttan, G. (2004). Actividad inmunomoduladora y antitumoral de Piper longum Linn. y piperina. *Journal of Etnofarmacología*, 339-346.
- Upadhaya, S., & Kim, I. (2021). El impacto del estrés del destete en la salud intestinal y los aspectos mecanicistas de varios aditivos alimentarios que contribuyen a mejorar la función de la salud intestinal en lechones destetados: una revisión. *Animals*.
- Varel, V. H. (2002). Reducción del olor a estiércol de ganado con aceites derivados de plantas y conservación de nitrógeno con inhibidores de ureasa: una revisión. *Journal Animal Science*, E1-E7.
- Wang , X., Tan , B., Liao, P., Cui, z., Zhang, S., Li, X., & Xiao, D. (2020). Sustancia bioactiva funcional mejora el rendimiento del crecimiento, la capacidad antioxidante y la función inmunológica de los cerdos con retraso del crecimiento. *Inmunología alimentaria y agricultura*, 329-340.
- Yan, Q. M. (2012). Effect of an herb extract mixture on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, and fecal microbial shedding in weanling pigs *Livestock Science*, 189–195.
- Yang, Y., Danail, k., Radka, N., & Jozwik, A. (2019). Black pepper dietary supplementation increases high-density lipoprotein (HDL) levels in pigs. *Current Research in Biotechnology*, 28-33.
- Yin, J., Wu, M. M., Xiao, H., Ren , W. K., Duan , J. L., Yang, G., Yin, Y. L. (2014). Desarrollo de un sistema antioxidante después del destete temprano en lechones. *Revista de ciencia animal*, 612–619.
- Zarai, Z., Boujelbene, E., Salem, N. B., & Gargouri, Y. (2013). Actividades antioxidantes y antimicrobianas de varios extractos solventes, piperina y ácido piperico de *Piper nigrum*. *Lwt-Food Science and Technology*, 634-641.

Zhu, L. H., Zhao, K. L., Chen, X. L., & Xu, J. X. (2012). Impacto del destete y una mezcla antioxidante sobre la función de barrera intestinal y el estado antioxidante en cerdos. *Revista de ciencia animal*, 2581–2589.

## Anexos.

Se anexa el análisis del crecimiento de los lechones desde el nacimiento hasta la culminación del experimento:

En el (*Anexo 1*), se indica el peso vivo al nacimiento de los lechones y el peso vivo al inicio del experimento (PVI a los diez días de vida del lechón), seguido del registro del peso vivo semanal de los animales. En esta figura, se observa un peso al nacimiento uniforme, dicha uniformidad se conserva a lo largo del experimento, sin embargo, en el momento del destete se aprecia una leve diferencia numérica entre los machos y hembras de cada grupo, que al final del experimento llegó a estrecharse nuevamente.



**Anexo 1. Peso vivo promedio (g) de los lechones, registrados durante el experimento según el sexo del animal y el uso de pimienta en la dieta (Datos no experimentales).**

<sup>1</sup> Nacimiento: Peso vivo al momento del nacimiento. <sup>2</sup>VI: peso vivo inicial, correspondiente a los lechones con una edad de 11 días. <sup>3</sup>S-1. Período experimental 1, correspondiente a los lechones lactantes con una edad de 17 días. <sup>4</sup>S-2 Semana experimental 2, en la cual ocurre el destete, donde los lechones presentan una edad de 24 días. <sup>5</sup>S-

3 Semana experimental 3, en la cual se continúa el seguimiento de peso, donde los lechones presentan una edad de 31 días.

<sup>6</sup>S-4 Semana experimental 4, en la cual se continúa el seguimiento de peso, donde los lechones presentan una edad de 38 días. <sup>7</sup>S-5 Semana experimental 5, en la cual se finaliza el seguimiento de peso, donde los lechones presentan una edad de 45 días. <sup>8</sup>H sin inclusión: Hembras sin inclusión de pimienta en la dieta. <sup>9</sup>H con inclusión: Hembras con inclusión de pimienta en la dieta. <sup>10</sup>M sin inclusión: Machos sin inclusión de pimienta en la dieta. <sup>11</sup>M con inclusión: Machos con inclusión de pimienta en la dieta.

El (*Anexo 2*) muestra la ganancia de peso al destete y el período total desde el nacimiento de los lechones hasta la finalización del proyecto, tomando como peso vivo inicial o de referencia, el peso vivo al nacimiento de los lechones. En esta tabla, se identifica el comportamiento de los animales desde el nacimiento hasta el final del experimento, se observa que el peso vivo inicial fue menor en los machos de cada grupo, además de poseer los coeficientes de variación (CV), más altos, por otro lado, durante el tiempo previo al destete la ganancia de peso tendió a ser ligeramente superior en el grupo suplementado con pimienta, sin embargo no obtuvo significancia estadística, finalmente, la ganancia de peso total más alta fue obtenida por los machos de cada grupo siendo  $8.535,00 \pm 196,57g$  y  $8.885,00 \pm 377,98g$  en los machos sin inclusión de pimienta y con inclusión de pimienta, respectivamente.

**Anexo 2. Desempeño productivo de los lechones machos y hembras en relación al uso de pimienta (*P. nigrum L*) en la dieta, tomando como referencia el peso vivo al nacimiento (Datos no experimentales).**

Variable	Machos		Hembras	
	Sin inclusión	Con Pimienta	Sin inclusión	Con Pimienta
PV <sup>1</sup> al nacimiento (g)	1.560,00 ± 352,99 [45,25%]	1.383,33 ± 192,21 [34,03%]	1.638,53 ± 99,16 [23,44%]	1.617,14 ± 69,23 [16,02%]
GP <sup>2</sup> al destete (g)	5.401,25 ± 406,03 [15,03%]	5.565,83 ± 309,28 [13,61%]	5.301,47 ± 308,24 [22,52%]	5.782,86 ± 198,71 [12,86%]
GP <sup>2</sup> Total (g)	8.535,00 ± 196,57 [4,61%]	8.885,00 ± 377,98 [10,24%]	8.452,13 ± 433,14 [19,85%]	8.418,57 ± 240,21 [10,68%]

<sup>1</sup>PV: Peso vivo medido en gramos. <sup>2</sup>GP: Ganancia de peso: *Peso final etapa – peso inicial etapa*, medido en gramos. [ ]: Coeficiente de variación