BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DIFERENTES FUENTES DE ACEITES EN DIETAS PARA CERDOS DE ENGORDA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

MARIANA SALAZAR ORTIZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTIQUIO SONI GUILLERMO

CO-DIRECTOR
DR. MARCOS PÉREZ SATO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre del 2023.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DIFERENTES FUENTES DE ACEITES EN DIETAS PARA CERDOS DE ENGORDA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

MARIANA SALAZAR ORTIZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTIQUIO SONI GUILLERMO

CO-DIRECTOR
DR. MARCOS PÉREZ SATO

ASESORES

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

DR. MARTÍN CARMONA VICTORIA

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre del 2023.

La presente tesis titulada: **"DIFERENTES FUENTES DE ACEITES EN DIETAS PARA CERDOS DE ENGORDA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO"** realizada por **MARIANA SALAZAR ORTIZ,** ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:	Firma
Director: Dr. Eutiquio Soni Guillermo	_____
Co-Director: Dr. Marco Pérez Sato	_____
Asesor: Dr. Edgar Valencia Franco	_____
Asesor: Dr. Martín Carmona Victoria	_____

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre del 2023.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado BUAP-CA-182 **“Producción Pecuaria Integral”** y de la Línea de Investigación: **“Producción integral de Rumiantes y no Rumiantes”.** Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

A Dios por la vida, por haberme dado la sabiduría y la fortaleza para que fuera posible alcanzar esta meta.

A mi hija Megan Denis quien ha sido mi mayo motivación para nunca dejar de aprender y poder ser un modelo a seguir para ella.

A mí por creer y por hacer todo este trabajo duro.

A mi madre que me ha ayudado a salir adelante en los momentos difíciles a la mujer que supo ser madre y amiga. Gracias a ti hoy veo convertirse en realidad una de mis metas, dándome a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión.

A mi padre por darme palabras de aliento, a ser mejor ejemplo. Ocupas un lugar muy especial en mi corazón.

A mi hermano por compartir alegrías y tropiezos de los cuales salimos triunfadores.

A los docentes del programa educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia por brindarme su apoyo y conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi Gratitud a Dios, por su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia.

A la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla** y al programa de Ingeniería Agronómica y Zootecnia por mi formación profesional.

Gracias! Al **Dr. Eutiquio Soni Guillermo** por haber tenido la paciencia, dedicación y tiempo.

A **Gabriela**, **Betsabe** y **Araceli** compañeras que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

A **Gilberto** por su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluables.

A **Santiago** por estar en momentos de estrés y alegría durante este largo camino.

A **mi familia** por su comprensión y estimulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de todos mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

Contenido **Página**

ÍNDICE GENERAL i
ÍNDICE DE CUADROS iii
RESUMEN iv
ABSTRACT v
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 3
2.1. Objetivo general 3
2.2. Objetivos específicos 3
III. HIPÓTESIS 4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA 5
4.1 Porcicultura en México y su importancia 5
4.2. Calidad de la carne en canal 5
4.3 importancia en la alimentación porcina 6
4.4 Adición de grasas y semillas en dietas porcinas 7
V. MATERIALES Y MÉTODOS 8
5.1 Ubicación geográfica del experimento 8
5.2 Diseño Experimental 8
5.3 Dietas 8
5.4 Variables evaluadas 11
5.4.1 Comportamiento productivo 11
a. Consumo de Alimento (CA): 11
b. Ganancia de Peso (GP): 11
c. Conversión Alimenticia (CA): 11
d. Grasa Dorsal (GD) y Área de musculo Longissimus Dorsi (AMLD) 11
e. Porcentaje de carne Magra (PCM) 12
5.5 Análisis Estadístico 12
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 13

6.1 variables productivas 13
6.2 características de la canal 13
VII. CONCLUSIONES 15
VIII. LITERATURA CITADA 16

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido		Página
Cuadro 1.	Dieta experimental para cerdos de engorda (75-100kg)……...	10
Cuadro 2.	Análisis calculado de la dieta experimental para cerdos de engorda (75 – 100kg)…….	11
Cuadro 3.	Comportamiento productivo en cerdos de engorda alimentados con el 8% de semilla de linaza y 4% de aceite de atún y canola en las dietas…….	15
Cuadro4.	Características de la canal en cerdos de engorda alimentados con el 8% de semilla de linaza y el 4% de aceite de atún y canola en las dietas…….	15

RESUMEN

La nutrición es considerada la principal actividad para sentar las bases para un mejor rumbo alimenticio al ganado porcino para abasto, enfocándose en mejorar la problemática de la porcicultura mexicana, en cuanto al uso de materias primas. El objetivo de esta investigación fue determinar los niveles de semilla de linaza molida, aceites de atún y canola raciones en dietas para cerdos de engorda, las variables evaluadas fueron los parámetros productivos y características de la canal. En este trabajo se utilizaron 15 cerdos machos castrados híbridos (Landrace x Yorkshire x Pietrain) con un peso promedio inicial de 75 ± 3kg, durante cuatro semanas. Los cerdos se alojaron en corrales individuales con comederos tipo tolva y bebedero de chupón. En el estudio se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento, los tratamientos fueron los siguientes: (T1) semilla de linaza molida 8%, (T2) aceite de atún 4%, (T3) aceite de canola 4%. Las variables productivas fueron: alimento consumido, ganancia de peso y conversión alimenticia; y para las variables características de la canal fueron: grasa dorsal inicial, grasa dorsal final, área del músculo *Longissimus dorsi* inicial y área del músculo *Longissimus dorsi* final. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS versión 9.0, las diferencias de medias entre tratamientos se realizaron con la prueba de comparación de medias de Tukey ($P<0.05$). Los resultados indican que existieron diferencias significativas ($P<0.05$) en las variables PVF y GCM siendo los tratamientos 1 y 3. Mientras que las variables productivas no se vieron afectadas. Por otra parte en las características de la canal las variables mejoraron con el tratamiento 1 (semilla de linaza).

Palabras clave: linaza, canola, atún, aceite, cerdo.

ABSTRACT

Nutrition is consideded the main activity to lay the foundations for a better nutritional direction for pigs for supply, focusing on improving the problems of Mexican pig farming, in terms of the use of raw materials. The objetive of this research was to determine the levels of ground flax seed, tuna oils and canola rations in diets for fattening pigs. The variables evaluated were the productive parameters and characteristics of the carcass. In this, 15 castrated hybrid male pigs (Landrace x Yorkshire x Pietrain) were used with an initial average weight of 75 ± 3kg for four weeks. Pigs were housed in individual pens with Hopper feeders and nipple drinkers. In the work, a completely randomized design was used with five repetitions per trearment, tha treatments were as follows: (T1) lineed 8 %, (T2) tuna oil 4 % and (T3) canola oil 4 %. The productive variables were: food consumed, weight gain and feed conversion; and for the characteristic variables of the carcass the were: initial back fat, final back fat, initial *longissimus dorsi* muscle área and final *longissimus dorsi* muscle area. Statistical analyzes were performed with the SAS ataistical package sersion 9.0, differences in means between treatments were performed with Tukey´s mean comparison test ($P<0.05$). tthe results indicate that there were significant differences ($P<0.05$) in the PVF and GCM variables, being treatments 1 and 3, while the productive variables were not affected. On the other hand, in the carcass characteristics the variables improved with treatment 1 (linseed seed).

Keywords: linseed, canola, tuna, oil, pig.

I. INTRODUCCIÓN

La nutrición del cerdo es importante, porque la especies altamente productiva, tiene ciclos de producción cortos y alta eficiencia alimenticia; esa característica han hecho la carne más consumida en todo el mundo, lo que representa el 36 % del mercado y la segunda a nivel nacional representando el 26% del consumo de carne de cerdo en el país.

El aumento de la eficiencia reproductiva significa una mayor rentabilidad para una mayor explotación de cerdos, también son nuevos desafíos, esto incluye en la preparación de alimentos y los patrones de alimentación precisos que permiten la divulgación del potencial genético en diversas condiciones fisiológicas para aumentar su resistencia en los rebaños, manteniendo la sostenibilidad de las granjas de cerdos.

El gasto de alimentos representa el 60-70% del costo total de la producción de carne de cerdo, por lo tanto, el factor fundamental que afecta la rentabilidad (Pochon *et al*, 2012). Las formulaciones de alimentos modernos para cerdos, en relación con la contribución de los macronutrientes, se basan en el uso de tres conceptos desarrollados. En primer lugar, esta es la proteína el cual se refiere la proteína en la que todos los aminoácidos esenciales son co-limitantes ante el rendimiento productivo de los cerdos. El segundo es el uso en la formulación de raciones del contenido de energía neta de las materias primas y optimiza el uso de nutrientes por el animal al reducir el uso de proteínas dietéticas como fuente de energía. Y por último el uso de la digestibilidad de los nutrientes.

Las raciones a base de harina de maíz y harina de soja siguen siendo la alimentación estándar para los cerdos, por lo que su crianza se limita prácticamente en las regiones donde se producen estos ingredientes básicos. Tal situación crea la necesidad de buscar alternativas, proteicas como energéticas que sean nutricionalmente aceptables (García-Contreras *et al*., 2012). Por otro lado, los materiales utilizados para la preparación de alimentos tienen varias características físico-químicas, toxicológicas, perfil nutritivo e interacciones nutricionales, niveles

de inclusión, efectos productivos y costos que limitan su uso (García-Contreras *et al*., 2012).

Todo ello con el objetivo de que la dieta contribuya al mantenimiento sano y productivo de los cerdos, y que el ciclo de vital finalice de forma económica y rentable, creando un producto de carne inocuo que beneficie al consumidor, y asegure salud y rentabilidad (López, 2021).

II.OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar parámetros productivos en cerdos alimentados con diferentes fuentes de aceites en dietas para cerdos de engorda.

2.2. Objetivos específicos

Determinar consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia con diferentes fuentes de aceites en dietas para cerdos de engorda.

Determinar variables características de la canal, como es grasa dorsal y área del músculo *Longissimus dorsi* con diferentes fuentes de aceites en dietas para cerdos de engorda.

III. HIPÓTESIS

Al menos una fuente de aceite mejorará las variables productivas sin perjudicar las características de la canal en dietas para cerdos de engorda.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Porcicultura en México y su importancia

La carne de cerdo es la más consumida en el mundo, y la producción de carne de cerdo experimenta un crecimiento tanto en número como en volumen de carne producida en todo el mundo. La carne de cerdo desempeña un papel importante como fuente importante de proteínas tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. La producción de carne de cerdo en México es una importante tarea económica del subsector ganadero, ocupando el tercer lugar en producción en el país, después del pollo y la carne de res (Intagri, 2019).

La producción porcina es considerada crucial en el entorno económico de los pueblos de América Latina, a su vez de las diferencias en la ampliación de la producción, esta beneficia a los productores por el mayor consumo de sus subproductos, ya que con su incremento las ventas aumentan, al influir en la economía a través de los vínculos entre estas actividades y el resto económico, aumenta la productividad y activa la demanda, provocando crecimiento al sector comercial (Zavala *et al*, 2020).

Esta producción porcina se ha transformado y investigando científicamente sus procesos para tener la máxima utilización del cerdo, que tiene un mayor aprovechamiento (Román, 2018).

4.2. Calidad de la carne en canal

La calidad de la canal porcina es el objetivo principal y prioritario por parte de todos los ingredientes los sectores ganaderos, veterinario, industriales; para obtener un alimento de origen animal de alto valor nutritivo, al ser una fuente indispensable de aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos esenciales en una dieta equilibrada para el ser humano. En cambio, esto de pende de algunos factores como son, edad, sexo, raza, alimentación etc. (Riopérez y Rodríguez, 2009).

Al consumidor actual no sólo está interesado en consumir alimentos ricos y en cantidad, sino que también le preocupa su calidad y los beneficios para la salud que puedan aportar. En los países más desarrollados también se suma el tema de la protección animal. Esto nos

demuestra que la producción debe ser cada vez más eficiente y cuidadosa, exigiendo a los productores mejorar constantemente la calidad de sus productos, desde la producción hasta la mesa del consumidor (Campion, 2013).

4.3 importancia en la alimentación porcina

La nutrición óptima del cerdo requiere de piensos que cubran sus requerimientos según la fase productiva, sino que, además, porque esta representa entre un 60 y un 70% de los costos totales (FAO, 2014).

Esta elevada participación en los costes hace que el desarrollo tecnológico con el objetivo de un uso más eficiente de los alimentos sea un factor esencial para el crecimiento de las industrias y las empresas agrícolas. El objetivo es mayoritariamente optimizar parámetros como el incremento del peso corporal, la calidad de la canal y del pienso, y a través de la tasa de conversión es posible crear producciones más rentables y competitivas en el mercado (Roldán, 2006).

El uso de macro ingredientes como maíz, sorgo, complejo de soja, harina de origen animal y otros no es suficiente para cubrir adecuadamente las necesidades nutricionales y debemos recurrir al uso de micro ingredientes (aminoácidos, vitaminas, minerales) para complementar y ajustar la nutrición de forma equilibrada (Iglesias *et al.*, s/f).

El maíz como grano de cereal es el ingrediente alimentario más básico, ya que proporciona un alto aporte energético debido a su alto contenido total de nutrientes. Otro ingrediente principal de los piensos es la harina de soja, que se ha utilizado como una importante fuente de proteínas. Sin embargo, debido al aumento del precio de la harina de soja, muchos investigadores están buscando otras fuentes de proteínas, como los subproductos de la harina de semillas oleaginosas (O'Doherty *et al.*, 2001)

Una dieta equilibrada debe aportar todos los nutrientes, energía, proteínas aminoácidos esenciales y no esenciales, proteína cruda, grasas, minerales y vitaminas en cantidades y calidades que permitan al cerdo alcanzar su capacidad productiva en un ambiente sano, sanitario y bajo condiciones ambientales apropiadas. Cantidades que limitan el rendimiento animal, pero si se exceden los valores o proporciones de nutrientes recomendados en la

dieta, la utilización será ineficaz y se producirán pérdidas, provocando un proceso de propagación (Pinelli *et al*, 2012).

4.4 Adición de grasas y semillas en dietas porcinas

En la alimentación porcina, la agregación de grasa o aceite es una forma de aumentar o nivelar la concentración energética de la dieta para ajustar la ingesta energética, ya que estos cerdos tienden a comer pienso hasta satisfacer sus necesidades energéticas (Martínez, 2009).

Sin embargo, debido a la cantidad de ingredientes y al desequilibrio resultante de la composición de aminoácidos (AA) de estos ingredientes, existe un exceso del resto en el contenido de los demás en la dieta (Grageola, 2013).

Una opción que ayuda a reducir los costos en la alimentación, extracción de aceite o semilla de canola en plantas oleaginosas. Este producto es considerado como una fuente de proteína de alta calidad y valor energético debido a su alto valor nutricional (Álvarez *et al*., 2019).

La harina de canola es un coproductor producido después del procesamiento de extracción de aceite y a menudo se utiliza como ingrediente proteico en la nutrición animal (Sánchez *et al.*, 2015).

Por otra parte, las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*) tienen una alta concentración de ácidos grasos (AG) que al incluirse en las dietas de cerdos de engorde pueden mejorar la composición de la carne (Soni-Guillermo *et al.*, 2017).

Se descubrió que los aceites marinos son eficaces para enriquecer la carne de cerdo, pero la búsqueda de la estrategia ideal aún está en curso (Soni-Guillermo *et al.*, 2016).

La adición de aceite de atún hasta un 4% en el pienso no afectó el comportamiento productivo y las características fisicoquímicas de la carne, ni aumentó la concentración de ácidos grasos omega-3 y omega-6 en un 26 y 16%, respectivamente (Soni-Guillermo *et al.*, 2016).

V.MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica del experimento

El trabajo se llevó a cabo en la unidad porcina de la Granja Experimental del Colegio de Postgraduados, situada en Montecillo, Estado de México. Sus coordenadas geográficas son Longitud99°01'44.04" W 98°38'04.92" W, Latitud19°23'41.28" N 19°33'25.20" N. con un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura media anual de 15.2 °C y precipitación media anual de 644.8 mm (García, 1988).

5.2 Diseño experimental

Se ocupó un diseño completamente al azar, examinando variables productivas y variables características de la canal, donde se utilizaron 15 cerdos machos castrados distribuidos en tres tratamientos (T) con cinco repeticiones (R) cada uno. Los tratamientos fueron:

- T1, 8% semilla de linaza
- T2, 4% aceite de atún
- T3, 4% aceite de canola

Cada repetición consistió con 5 cerdos de la raza Landrace×Yorkshire×Pietrain con un peso promedio 75 ± 3 kg. Los cuales fueron alojados en corrales individuales, cada uno con un comedero y un bebedero, se les suministro el alimento y el agua *ad libitum* en todo el periodo experimental, monitoreando el abastecimiento dos veces al día y realizando la limpieza de los corrales una vez por día.

5.3 Dietas

Las dietas fueron formuladas con el comando Solver (Microsof Excel, 2007), de acuerdo con los requerimientos sugeridos por el NRC (2012).

Cuadro 1. Dieta experimental para cerdos de engorda (75 - 100 kg).

Ingredientes (%)	**T1**	**T2**	**T3**
Sorgo	86.54	85.69	84.84
Pasta de soya	9.19	8.39	7.58
Aceite de soya	0.93	0.60	0.26
Linaza molida	8.00	0.00	0.00
Aceite de Atún	0.00	4.00	0.00
Aceite de Canola	0.00	0.00	4.00
Carbonato de calcio	0.55	0.59	0.62
Ortofosfato de calcio	0.75	0.68	0.62
Vitaminas y minerales[B y C]	0.35	0.35	0.35
Biolys[A]	0.73	0.75	0.77
DL-Metionina	0.21	0.21	0.21
Tipto-plus	0.25	0.25	0.25
L-Treonina	0.20	0.20	0.20
Sal	0.30	0.30	0.30
Total	100.00	100.00	100.00

AAporta 50% de lisina. BProporcionó por kg de alimento: vitamina A, 15,000 UI. CAportó por kg de alimento: Fe, 150 mg; Zn, 150 mg; Mn, 150 mg; Cu, 10 mg; Se, 0.15 mg; I, 0.9 mg; Cr, 0.2 mg; vitamina D3, 2,500 UI; vitamina E, 37.5 UI; vitamina K, 2.5 mg; tiamina, 2.25 mg; riboflavina, 6.25 mg; niacina, 50 mg; piridoxina, 2.5 mg; cianocobalamina, 0.0375 mg; biotina, 0.13 mg; cloruro de colina, 563 mg; ácido pantoténico, 20 mg; ácido fólico, 1.25 mg.. T=Tratamiento.

Cuadro 2. **Análisis calculado de la dieta experimental para cerdos de engorda (75 – 100kg)**

Ingredientes	T1	T2	T3
EM	3.30	3.30	3.30
PC	13.50	13.50	13.50
Arginina	0.58	0.58	0.59
Fenilalanina	0.57	0.57	0.59
Histidina	0.26	0.27	0.27
Isoleucina	0.45	0.45	0.45
Leucina	1.24	1.25	1.26
Lisina	0.93	0.93	0.93
Metionina	0.39	0.39	0.39
Metionina+cistina	0.53	0.53	0.53
Treonina	0.57	0.57	0.57
Triptófano	0.16	0.16	0.16
Valina	0.57	0.56	0.56
Ca	0.64	0.64	0.64
P	0.45	0.45	0.45

AAporta 50% de lisina. BProporcionó por kg de alimento: vitamina A, 15,000 UI. CAportó por kg de alimento: Fe, 150 mg; Zn, 150 mg; Mn, 150 mg; Cu, 10 mg; Se, 0.15 mg; I, 0.9 mg; Cr, 0.2 mg; vitamina D3, 2,500 UI; vitamina E, 37.5 UI; vitamina K, 2.5 mg; tiamina, 2.25 mg; riboflavina, 6.25 mg; niacina, 50 mg; piridoxina, 2.5 mg; cianocobalamina, 0.0375 mg; biotina, 0.13 mg; cloruro de colina, 563 mg; ácido pantoténico, 20 mg; ácido fólico, 1.25 mg.. T=Tratamiento.

5.4 Variables evaluadas

5.4.1 Comportamiento productivo

Las variables de comportamiento productivo se midieron semanalmente. Las características evaluadas fueron:

a. Consumo de Alimento (CA):

Se midió de forma semanal con una báscula electrónica y se obtuvo a partir de consumo de alimento ofrecido menos el consumo de alimento rechazado entre el número de días.

b. Ganancia de Peso (GP):

El primer monitoreo de peso fue al incorporar a los animales al experimento y posteriormente cada 7 días, utilizando una báscula electrónica con capacidad para 300 kg. Peso inicial (PI) y peso Final (PF). El cálculo de ganancia de peso fue reportado en kg y calculado de la siguiente manera:

$$GP = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial} \div 7$$

c. Conversión Alimenticia (CA):

Se calculó semanalmente dividiendo los kilogramos de consumo de alimento, entre la ganancia de peso.

d. Grasa Dorsal (GD) y Área de musculo Longissimus Dorsi (AMLD)

Estas variables fueron medidas al inicio del experimento y posteriormente al final del experimento, Grasa dorsal Inicial (GDI) y Grasa Dorsal Final (GDF). Área del Musculo *Longissimus Dorsi* Inicial (AMLDI) Área de Musculo *Longissimus Dorsi* Final (AMLF).

Se utilizó un equipo de ultrasonido de tiempo real (SonoVet 600, Medison, Inc., Cypress, California, USA). El cálculo fue en el lomo a la altura de la penúltima costilla del cerdo.

e. Porcentaje de carne Magra (PCM)

Con los datos GDI GDF, AMLI, AMLF y con los PVI y PVF se calculó la GCM (Ganancia de carne Magra) y el PCMF (Porcentaje de carne magra final) utilizando la ecuación del National Pork Producers Council (1991).

5.5 Análisis Estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$Y_{ij} = \mu + T_{i\,j} + E_{ijk}$

Donde:

$\mathbf{Y_{ij}}$ = variable respuesta en el tratamiento i, repetición j.

$\boldsymbol{\mu}$ = media general

$\mathbf{T_{i\,j}}$ = Efecto de tratamiento.

$\mathbf{E_{ijk}}$ = Error experimental

El análisis estadístico se realizó con el paquete Computacional SAS VER. 9.1 (2006), las diferencias de medias entre tratamientos se realizaron con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha < 0.05$).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Variables productivas

Los resultados de comportamiento productivo se muestran en el (Cuadro 2), donde se observa que hubo diferencia significativa en la variable PVF y GCM ($P<0.05$) encontrándose la mejor respuesta de GCM en el Tratamiento 3 (aceite de canola); sin embargo, en las variables (CDA) consumo de alimento (GP) ganancia de peso y (CA) conversión alimenticia no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$). De Sousa *et al*. (2013), mencionan que los niveles de 2, 2.5, 3.0 y 3.5% de aceite de canola en animales de 73.65 kg no afectaron las variables productivas CAL, GDP y CA. Resultados similares con (Eastwood *et al*., 2009) que el nivel de harina de linaza (0, 5, 10 y 15%) no afectó las variables productivas en cerdos de mayor peso (85-115 y de 32-115 kg de peso).

6.2 Características de la canal

Para las características de la canal los siguientes resultados se muestran en el siguiente (Cuadro 3), en el que se observa que hubo diferencia significativa en las variables GDI, GDF y PCMF ($P<0.05$) dándose así, la mejor respuesta en GDF en el Tratamiento 1 (semilla de linaza) al igual que la variable PCMF. Sin embargo, en las variables AMLI, AMLF y PCMI no se localizaron diferencias significativas ($P>0.05$). Eastwood *et al*. (2009); menciona que estos niveles (2.5% de aceite y 10% de semilla de linaza molida) no afectan las características de la canal, específicamente el AML (Mucha y Rózycki, 2004) hallan que a mayor edad y peso los animales tienden acumular más grasa, contrario a la presente investigación.

Cuadro 2. Comportamiento productivo en cerdos de engorda alimentados con el 8% de semilla de linaza y 4% de aceite de atún y canola en las dietas

Tratamientos	CDA	GP	CA	PVF	GCM
1	3.19	0.918	3.19	87.760b	0.184b
2	2.77	0.968	2.77	98.750ª	0.256ab
3	2.56	0.807	2.72	91.500ab	0.282a
EEM	0.72	0.17	0.72	4.98	0.05
P	0.40	0.34	0.57	0.01	0.04

abMedias con distinta letra difieren significativamente ($p<0,05$). CDA= Consumo de alimento, GP= Ganancia de peso, CA= Conversión alimenticia, PVF= Peso vivo final, GCM= Ganancia de carne magra, EEM= Error estándar de la media.

Cuadro 3. Características de la canal en cerdos de engorda alimentados con el 8% de semilla de linaza y el 4% de aceite de atún y canola en las dietas

Tratamientos	GDI	GDF	AMLI	AMLF	PCMI	PCMF
1	8.00b	10.200b	25.76	32.27	40.51	39.19a
2	11.20a	15.600a	28.35	33.04	39.67	36.74b
3	8.00ab	12.800ab	26.44	30.95	39.38	37.59ba
EEM	1.31	1.79	3.46	4.71	1.14	1.33
P	0.0076	0.0018	0.4923	0.7814	0.2974	0.0379

abMedias con distinta letra difieren significativamente ($P\leq0.05$). Error estándar de la media (EEM). GDI= Grasa dorsal inicial, GDF=Grasa dorsal final, AMLI= Área de músculo *Longissimus* inicial, AMLF= Área de músculo *Longissimus* final, PCMI= Porcentaje de carne magra inicial, PCMF= Porcentaje de carne magra final.

VII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

Las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia no se vieron afectadas, por los diferentes tratamientos evaluados, sin embargo, PVF y GCM se mejoró en el T1 (semilla de linaza) y T3 (semilla de linaza) respectivamente.

Las características de la canal el tratamiento que mejoró GDI, GDF y PCMF fue el tratamiento T1 (semilla de linaza).

VIII. LITERATURA CITADA

Álvarez M. D. J. R., Puente G. B., Álvarez Z. H., y Ortiz, J. H. 2019. Impacto de una posible depreciación del peso mexicano en las importaciones mexicanas de oleaginosas. Revista Mexicana de Agronegocios *44*: 208-220.

Babinszky L., Verstegen M. W. A., Hendriks, W. H. 2019. 1: Challenges in the 21st century in pig and poultry nutrition and the future of animal nutrition. In Poultry and pig nutrition: Challenges of the 21st century. Wageningen Academic Publishers. pp: 1-12.

Campion D. S. 2013. Calidad de la carne porcina según el sistema de producción [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/455 Consultado 11/11/2023

De Sousa R.V., D. Ribeiro de O., M.G. Zangeronimo, V. De Sousa C., M.S. Da Silva F. and L.J. Pereira. 2013. Total cholesterol and its fractions in the blood of finishing pigs fed diets with different levels of canola oil. Acta Scientiae Veterinariae 41: 1028.

Eastwood P.R.K., A.D. Beaulieu and P. Leterme. 2009. Nutritional value of flaxseed meal for swine and its effects on the fatty acid profile of the carcass. J. Anim. Sci. 87: 3607-3619.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2014. Departamento de agricultura y protección del consumidor. Cerdos y nutrición y los alimentos. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/ap_nutrition.html. (Consultado 10/11/2023).

García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana (No. 551.59 G37 1988).

García-Contreras A De Loera O. Y., Yagüe A., Guevara G. J., & García A. C. 2012. Alimentación práctica del cerdo feeding practices for pigs. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 6(1): 21-50.

Goggi, G. 2013. Producción porcina: un sector para desarrollar y proyectar en el comercio internacional (Tesis Doctoral dissertation, Universidad del Salvador).

Grageola N. F. 2013 Digestibilidad de energía y aminoácidos de pasta de canola en cerdos; comportamiento productivo y expresión de transportadores de aminoácidos en cerdos alimentados con dietas suplementadas con aminoácidos libres. Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California. pp: 1-8.

Haak, L., S. De Smet, D. Fremaut, K. Van Walleghem and K. Raes. 2008. Fatty acid profile and oxidative stability of pork as influenced by duration and time of dietary linseed or fish oil supplementation. J. Anim. Sci. 86:1418-1425.

Intagri. 2019. Sistemas de Producción Porcina. Serie Ganadería, Núm. 33. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

Iglesias B. F., J. Azcona, M.J. Schang y O. Cortamira. S/f. Importancia de los micronutrientes en la nutrición de aves y cerdos. En línea: http://200.7.141.37/Sitio/Archivos/Importancia%20de%20los%20Micronutrientes%20en%20la%20Nutricion%20de%20Aves%20y%20Cerdos.pdf. Consultado: 20/11/2023.

López F. K. 2021. Evaluación de la estabilidad en el tiempo del aditivo zootécnico vitafert, elaborado en condiciones de producción a pequeña escala. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias técnicas. Universidad de Matanzas el salvador 2021 pp: 4-25

Martínez A. M. 2009. Dietas bajas en proteína adicionadas con ácido linoleico conjugado o aceites de soya acidulado para cerdos en engorda. Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. pp: 4-22

Mucha A. and M. Rózycki. 2004. Backfat thickness in pigs as related to lower or higher meat content of carcass. Anim. Sci. Papers and Reports. 22 (Suppl. 3): 175-182.

Myer, R.O., J. Lamkey, W. Walker, J. Brendemuhl and G. Coms. 2014. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturates:saturated ratio of pork fat. J. Anim. Sci. 70:1417-1423.

National Pork Producers Council (NPPC). 1991. Procedures to evaluate market hogs. 3rd Ed. National Pork Producers Council. Des Moines. IA, USA. 16 pp.

NRC (National Research Council) 2012. Nutrient requirements tables and feed ingredient composition. Nutrient Requirements of swine 11th. National Academy Press, Washington, DC. pp: 208-239.

O'Doherty JV, Murphy D, McGlynn SG. 2001. The effects of expander processing and by-product inclusion levels on performance of grower-finisher pigs. Anim Sci. 73:479–487.

Pinelli S.A., Adelfa G., Latorre M., Loera O., Palomo A., Bauza R., Pascual Y. (2012). Manejo de alimentación y agua. Manual de las buenas prácticas de producción porcina. Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos. Red porcina iberoamericana. 3:42-54.

Pochon, D. O. Judis, M. A., Koslowski, H. A., Picot, J. A., Navamuel, J. M. 2012. Efectos de la suplementación con aceite de pescado sobre la concentración de ácidos grasos en carne de cerdo. Revista veterinaria, 23(2), 120-125.

Rentería F. J. A., Gómez R. S., López H. L. H., Ordaz O. G., Anaya Escalera. A. M., Mejía Guadarrama. C. A., Mariscal Landín G. 2021. Principales aportes de la investigación del INIFAP a la nutrición porcina en México: retos y perspectivas. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 12, 79-110.

Riopérez J., Rodríguez M. M. L. 2009. Conformación de la canal y factores de calidad de la carne. Mundo Ganadero España, Facultad de veterinaria (224).

Roldán J.C. 2006. Manual de explotación y reproducción en porcinos. Bogotá, Colombia.Grupo Latino Editores Ltda. 638p.

Román V. 2018. Caracterización de los sistemas de producción porcina de mediana tecnología en el área metropolitana de la ciudad de Arequipa, como herramienta de gestión de la calidad y del ambiente 2015. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Repositorio Institucional de la UNAS. http://repositorio.unsa.edu.pe/handl e/UNSA/7308. (Consultado 12/11/2023).

Sánchez R., Fernández. M., Nolasco S. 2015. Aceite de canola: estudio exploratorio de extracción con etanol. Argentina. Recuperado el, 27. (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aries - CONICET)

Soni-Guillermo E. Figueroa-Velasco J. L., Sánchez-Torres M. T. Martínez-Aispuro J. A. Cordero-Mora J. L., Hernández-Cázares A. S., Copado-Bueno J. M. F. 2017.

Semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en dietas de cerdos para modificar la composición lipídica de la carne. Agrociencia 51(7): 709-724.

Soni Guillermo, E. 2016. Evaluación de tres fuentes de ácidos grasos poli-insaturados en dietas para cerdos en engorda. Tesis Doctoral, colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco Ciudad de México

Zavala A. J., Sosa G. J. F., Sánchez L. E., Barreras S. A., Nemesio La E. R. 2020. Estimación del impacto económico regional de una granja porcícola tecnificada utilizando una matriz Insumo-Producto. Nova scientia *12*(24): 6-20