



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

---

**Extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo  
(*Ceratonia siliqua*) en la dieta de cerdos comerciales en acabado**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Autor**

**Bach. Chunga Santamaría, Elvis Alonso**

**Asesor**

**Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.**

(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

**Lambayeque**

**PERÚ**

**27/10/2021**

**Extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en  
la dieta de cerdos comerciales en acabado**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Autor**

**Chunga Santamaría, Elvis Alonso**

**Sustentada y aprobada ante el**

**siguiente jurado**

**Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M. Sc.  
Presidente**



**Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc.  
Secretaria**



**Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.  
Vocal**



**Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr. C.  
Asesor**





# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

## FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

### ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

#### N° 023-2021/FIZ



Siendo las 11:00 am. del día miércoles 27 de octubre de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 201-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 25 de octubre de 2021, que autoriza la sustentación virtual del trabajo de tesis: **“EXTRACTO COMERCIAL DE TOMILLO (Thymus vulgaris) Y ALGARROBO (Ceratonia siliqua) EN LA DIETA DE CERDOS COMERCIALES EN ACABADO”**, presentado por el Bachiller **Elvis Alonso Chunga Santamaria**, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/rji-cyzw-avb> los miembros de jurado designados por Resolución N° 056-2019-CF/FIZ, de fecha 27 de mayo de 2019, se nombró el Jurado del proyecto de tesis titulado: **“EXTRACTO COMERCIAL DE TOMILLO (Thymus vulgaris) Y ALGARROBO (Ceratonia siliqua) EN LA DIETA DE CERDOS COMERCIALES EN ACABADO”**, designando a los Ingenieros, Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M. Sc. (Presidente), Benito Bautista Espinoza, M. Sc. (Secretario), Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc. (Vocal), Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. (Patrocinador), presentado por el señor Elvis Alonso Chunga Santamaria, el cual fue aprobado mediante Resolución N° 076-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 21 de agosto de 2019.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual Deliberar tesis 3: <https://meet.google.com/qpp-fhqb-oj> para deliberar y calificar la sustentación del trabajo de tesis: **“EXTRACTO COMERCIAL DE TOMILLO (Thymus vulgaris) Y ALGARROBO (Ceratonia siliqua) EN LA DIETA DE CERDOS COMERCIALES EN ACABADO”**, presentado por el Bachiller **Elvis Alonso Chunga Santamaria**; habiendo acordado **APROBAR** la tesis con la nota en escala vigesimal de **18** equivalente al calificativo de **Muy bueno** recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, la Bachiller en Ingeniería Zootecnia, **ELVIS ALONSO CHUNGA SANTAMARIA** se encuentra **APTO** para recibir el Título Profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo con la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 12:30 horas se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M. Sc.  
Presidente

Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.  
Secretario

Ing. Beatriz Del Pilar Colter Apaza, M. Sc.  
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.  
Asesor

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Chunga Santamaría, Elvis Alonso, investigador principal, y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesor, del trabajo de investigación **Extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de cerdos comerciales en acabado**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

**Lambayeque, setiembre de 2021.**



**Chunga Santamaría, Elvis Alonso**



**Del Carpio Ramos, Pedro Antonio**

## DEDICATORIA

En primer lugar, la presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he podido realizar con salud y sabiduría mis actividades profesionales pudiendo culminar con éxito mi carrera.

A mis padres, *Nelly Santamaría Siesquén* y *William Armando Chunga Vera*, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su valioso apoyo incondicional, sus consejos y su confianza para hacer de mí una mejor persona contribuyendo para el logro de mis objetivos.

## AGRADECIMIENTO

A todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron para que la presente tesis saliera adelante y pudiese generarse el presente documento; en especial a:

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., por su encomiable labor de asesoramiento que permitió que la información de campo tomara la forma de documento escrito y pueda darse a conocer a la comunidad.

La empresa Phartec SAC, por proporcionarnos el producto Dysantic (combinación de extractos de *Thynus vulgaris* y semillas de *Ceratonia siliqua*) que fue evaluado en la presente investigación.

A mis profesores universitarios y a la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” por la formación profesional recibida.

## **Extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de cerdos comerciales en acabado**

### **Resumen**

La investigación científica está permitiendo que la industria desarrolle nuevos productos comerciales cuyas acciones sobre las condiciones del tracto gastrointestinal permitan que los animales logren mejores rendimientos, con salud y bienestar, lo que hace que cada vez se haga más insostenible el empleo de fármacos promotores del crecimiento en la alimentación porcina, lo que redundaría en beneficio de la salud de los consumidores. Se implementó un ensayo de alimentación con tres tratamientos y seis cerdos, en engorde acabado, 65 kilos promedio de peso, de cruce comercial por tratamiento y con una duración de 49 días. Los tratamientos fueron: (T1) control, con APC; (T2) con 0.1% y (3) con 0.2% de producto proveedor de tomillo y semillas de algarrobo, sin APC. Los resultados de incremento de peso ( $P < 0.05$ ), conversión alimenticia y mérito económico se dieron con el T2, corroborando que bajo adecuadas condiciones de manejo y sanitarias se puede dejar de emplear APC; además es necesario continuar con investigaciones relacionadas con la calidad de la carne y respuesta inmunológica.

**Palabras clave:** Fitobióticos; *Thymus vulgaris*; *Ceratonia siliqua*; Alimentación; Cerdos.

## **Commercial extract of thyme (*Thymus vulgaris*) and carob (*Ceratonia siliqua*) in the diet of commercial finished pigs**

### **Abstract**

Scientific research is allowing the industry to develop new commercial products whose actions on the conditions of the gastrointestinal tract allow animals to achieve better yields, with health and well-being, which makes the use of growth-promoting drugs increasingly unsustainable in pig feeding, which would benefit the health of consumers. A feeding trial was implemented with three treatments and six pigs, in finished fattening, 65 kilos average weight of commercial crossing per treatment and with a duration of 49 days. The treatments were: (T1) control, with APC; (T2) with 0.1% and (3) with 0.2% of thyme and carob seeds supplier product, without APC. The results of weight increase ( $P < 0.05$ ), feed conversion and economic merit were given with the T2, corroborating that under adequate handling and sanitary conditions APC can be stopped; It is also necessary to continue with research related to the quality of the meat and the immune response.

**Key words:** Phytobiotics; *Thymus vulgaris*; *Ceratonia siliqua*; Feeding; Swine.

# ÍNDICE

Nº Cap.	Título del Capítulo	Nº Pág.
	Resumen/ Abstract	vii
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	03
	1.3. Tratamientos Evaluados	03
	1.4. Animales Experimentales	03
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	05
	1.7. Técnicas Experimentales	05
	1.8. Variables Evaluadas	06
	1.9. Evaluación de la Información	06
II	MARCO TEÓRICO	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	08
	2.1.1. Fitobióticos (Hierbas, Aceites esenciales, Nutra- céuticos	08
	2.1.2. Respuesta de los cerdos a los fitobióticos	16
	2.2. Bases Teóricas	26
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Consumo de Alimento	35
	3.2. Cambios en el Peso	37
	3.3. Conversión Alimenticia	40
	3.4. Mérito Económico	42
IV	CONCLUSIONES	44
V	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXOS	49



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. Nº</b>
<b>01</b>	<b>Composición porcentual de la ración testigo</b>	<b>04</b>
<b>02</b>	<b>Esquema del análisis de la varianza</b>	<b>07</b>
<b>03</b>	<b>Consumo de alimento de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta</b>	<b>35</b>
<b>04</b>	<b>Peso e incremento de peso de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta</b>	<b>37</b>
<b>05</b>	<b>Conversión alimenticia de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta</b>	<b>40</b>
<b>06</b>	<b>Mérito económico de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. Nº</b>
<b>01</b>	<b>Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de Alimento</b>	<b>35</b>
<b>02</b>	<b>Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de Peso</b>	<b>38</b>
<b>03</b>	<b>Eficiencia de la conversión alimenticia según tratamientos en comparación con el tratamiento control</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. Nº</b>
<b>01</b>	<b>Prueba de normalidad con los datos iniciales</b>	<b>49</b>
<b>02</b>	<b>Prueba de homogeneidad de varianzas con la información inicial</b>	<b>49</b>
<b>03</b>	<b>Prueba de normalidad con los incrementos de peso</b>	<b>50</b>
<b>04</b>	<b>Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso</b>	<b>50</b>
<b>05</b>	<b>Análisis de varianza con los incrementos de peso</b>	<b>51</b>
<b>06</b>	<b>Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos de peso (Y)</b>	<b>51</b>

## INTRODUCCIÓN

En la producción porcina se torna más complejo el mantenimiento de las adecuadas condiciones sanitarias de los animales conforme estos van acrecentando su edad y, consecuentemente, el peso y volumen corporal lo que, aunado a la densidad, genera las condiciones apropiadas para la presentación de desbalances en las poblaciones bacterianas intestinales que se reflejan en menores incrementos de peso y pobre conversión alimenticia.

Es en la última etapa (acabado) del proceso productivo cuando se define la calidad de la carne de los cerdos, tanto en el rendimiento (proporción músculo: hueso, músculo: grasa) como en la presentación (marmoreo, sabor, etc.); tales indicadores se ven afectados negativamente por factores (estrés, generalmente) que son propiciados por la autooxidación.

Así, una alternativa para los antibióticos promotores del crecimiento (APC) se centra en el empleo de productos de acción fitobiótica, entre los que se encuentran especias, verduras y hierbas que contienen principios de probada acción antibacteriana y antioxidante. Dado que tales principios poseen propiedades vinculadas al sabor y olor se puede asumir que tendrían efecto favorable sobre el grado de aceptación de la carne.

El tomillo (*Thymus vulgaris*) y el algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) poseen propiedades antioxidantes y antibacterianas que han sido probadas, en nuestro medio, en cerdos jóvenes (post-destete) pero que necesitan evaluarse en cerdos en acabado. Por lo que es pertinente plantear la siguiente interrogante: ¿Cuál es el efecto de la suplementación dietética de tomillo y algarrobo europeo sobre indicadores del rendimiento en cerdos comerciales en la fase de acabado?

Se consideró la siguiente hipótesis: La suplementación dietética de tomillo y algarrobo europeo permitirá determinar el efecto sobre indicadores del rendimiento en cerdos comerciales en la fase de acabado.

Se planteó los siguientes objetivos:

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento.
2. Determinar y evaluar el incremento de peso vivo.
3. Determinar y evaluar la conversión alimenticia.
4. Determinar y evaluar el mérito económico.

# **I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO**

## **1.1. Tipo y Diseño de Estudio**

La presente investigación es de tipo experimental, ya que se se manejó una variable (proporción de un producto comercial en el alimento) y se observó el efecto de esta manipulación sobre otra variable (incremento de peso) manteniendo constantes el efecto de otras variables; lo que es descrito como un experimento por Hernández et al. (2010).

Debido a la obtención de información en la forma de datos y porque propone una solución a un problema de investigación se le considera cuantitativa y propositiva, respectivamente; lo que es detallado por Bunge (1972).

## **1.2. Lugar y Duración**

La presente investigación se desarrolló en la granja porcícola San Francisco de Asís, ubicada en la ciudad de Jayanca, distrito del mismo nombre, provincia y región Lambayeque.

La fase de campo tuvo una duración efectiva de noventa días y se realizó en los meses de marzo a junio de 2019.

## **1.3. Tratamientos Evaluados**

Se evaluó los siguientes tratamientos:

**T<sub>1</sub>:** Testigo con APC

**T<sub>2</sub>:** 0.1% del producto comercial, sin APC

**T<sub>3</sub>:** 0.2% del producto comercial, sin APC

## **1.4. Animales Experimentales**

Se utilizó 18 cerdos comerciales (Pietrain x Yorkshire) de ambos sexos (machos castrados y hembras) de 65 kilos de peso vivo, procedentes de los vientres de la granja.

### 1.5. Alimento Experimental

Se preparó una ración con insumos de disponibilidad local, para cubrir los requerimientos nutritivos de los cerdos con peso vivo entre los 65 y 100 kilos. En la Tabla 1 se muestra la composición porcentual de la ración testigo, la que difirió de las otras raciones en la ausencia de APC e inclusión del producto evaluado.

**Tabla 1. Composición porcentual de la ración testigo**

Insumo	%
Maíz amarillo, grano molido	60.00
Trigo, salvado	25.00
Arroz, salvado	04.55
Soja, torta tratada térmicamente	07.00
Carbonato de calcio	02.00
L- lisina	00.10
Cloruro de colina	00.05
Bicarbonato de sodio	00.10
Fosfato di-cálcico	00.20
Secuestrante de micotoxinas	00.10
Sulfato de cobre	00.10
Óxido de zinc	00.10
Pre-mezcla vitamínico-mineral	00.10
Suplemento enzimático	00.10
Complejo B	00.10
Sal común iodada	00.30
Zinc-Bacitracina	00.10
Aporte estimado* de:	
Proteína, % B. S.	12.00
Energía metabolizable, Mcal/ Kg	03.10

\*Según McDowell *et al.* (1974)

El producto comercial evaluado se comercializa con el nombre de Dysantic® producido por la firma Dr Bata® Ltd. (Biotechnology in Feeding) y comercializado en el Perú por la firma Phartec SAC, que es representante exclusivo en el país de la marca de origen. Para el producto se indica que es un suplemento alimenticio con extractos de plantas, específicamente del tomillo (Thyme), *Thymus vulgaris*, del que se obtienen aceites esenciales como el timol, carvacrol y flavonoides que poseen actividad bactericida, viricida e inmuno modulador y de las semillas de algarrobo (St. John's bread

seeds), *Ceratonia siliqua*, el que contiene sustancias como la galactopiranosas que son polisacáridos que actúan como prebióticos.

### **1.6. Instalaciones y Equipo**

Las instalaciones fueron de material noble, provistos de parrilla en alto y permiten mantener lotes de 20 cerdos; provistas de comederos de tipo tolva y bebederos de chupón. Además, se empleó balanza electrónica para pesar alimento y animales, lápices marcadores, libreta de campo, cámara fotográfica y ordenador electrónico.

### **1.7. Técnicas Experimentales**

Se hizo limpieza y desinfección de los corrales, se flameó cada uno y se aplicó un producto químico con amonio cuaternario y glutaraldehído.

Los cerdos se identificaron y pesaron, empleando una balanza con aproximación de 100 gramos; se asignados en forma aleatorizada según sexo y peso a cada uno de los tratamientos. Además de la pesada inicial, las pesadas se realizaron cada 14 días hasta que los cerdos alcanzaron los 100 kilos; este proceso se realizó en las primeras horas de la mañana para evitar el estrés calórico.

El alimento se preparó con insumos de disponibilidad local y de buena calidad; el proceso de mezclado aplicado fue el progresivo, para garantizar la uniformidad del alimento. Se suministró en cantidad de acuerdo con el peso de los animales. Dado que se suministró cantidades fijas, el consumo de alimento se consideró como una cifra referencial.

En cuanto al manejo sanitario, además del mantenimiento de la limpieza en las instalaciones y equipo, se aplicó el programa sanitario de la granja (vacunaciones, desinfección, control de moscas, etc.) Los cerdos se supervisaron todos los días para determinar la presentación de algún problema y tomar las medidas pertinentes. Ninguno de los cerdos fue maltratado durante la fase experimental.



### 1.8. Variables Evaluadas

- Incremento de peso vivo, Kg. Diferencia entre la pesada actual y la anterior.
- Conversión alimenticia, Kg/ Kg. Cantidad de alimento consumido sobre cantidad de peso vivo incrementado.
- Mérito económico, s/. por kg. Cantidad de dinero invertido en alimento sobre cantidad de peso vivo incrementado.

### 1.9. Evaluación de la Información

En la evaluación de la información se tuvo en consideración en siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \text{AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO}$$

Las que fueron contrastadas mediante la aplicación del diseño completamente al azar, que se describe mediante el siguiente modelo aditivo:

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

En el que:  $Y_{ij}$ , es la variable evaluada;  $\mu$ , es el verdadero efecto medio;  $\tau_i$ , es el verdadero efecto del i-ésimo tratamiento;  $\xi_{ij}$ , es el verdadero efecto de la j-ésima unidad experimental sujeta a los efectos del i-ésimo tratamiento.

Se mantuvo tolerancia a una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1982).

A través de la aplicación del software estadístico Minitab 15 se determinó la normalidad (Kolgomorov-Smirnov) y la homocedasticidad (Levene) antes de aplicar el análisis de la varianza para calcular el valor de F, cuando este fue significativo se aplicó la prueba de Duncan. En la Tabla 2 se muestra el esquema del análisis de varianza.

**Tabla 2. Esquema del análisis de la varianza**

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significación
Media	$M_{YY}$	1	M		
Tratamientos	$T_{YY}$	$t - 1 = 2$	T	T/E	$P < 0.05$
Residual	$E_{YY}$	$t(n - 1) = 15$	E		
Total	$\sum Y^2$	$tn = 18$			

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes Bibliográficos**

#### **2.1.1. Fitobióticos (Hierbas, Aceites esenciales, Nutracéuticos)**

Según Markovic et al. (2019), en su revisión sobre Promotores Antimicrobiales del Crecimiento, cuando se refiere a los fitobióticos indican que:

Paracelsus von Hohenheim utilizó por primera vez el término “aceite esencial” en el siglo XIV y se refería a un componente eficaz de un fármaco, una “quinta essentia”. Se conocen más de 3000 tipos de aceites esenciales [AE], de los que 300 son comercialmente importantes y se utilizan en la industria como sustancias aromáticas. Los AE son sustancias aromáticas volátiles de consistencia aceitosa producidas por las plantas. Sus principales componentes, aldehídos y fenoles (cinamaldehído, citral, carvacrol, timol, eugenol) presentan la mayor actividad antibacteriana, en tanto que los AE que contienen alcoholes terpénicos tienen una actividad algo menor. Dado que los AE están compuestos por una gran cantidad de ingredientes, se presume que su actividad antimicrobiana no está dirigida a varios objetivos diferentes en la célula microbiana. Los modos de funcionamiento de los AE son la degradación de la pared celular, daño de la membrana citoplasmática, daño de las proteínas de la membrana, pérdidas celulares, coagulación del citoplasma y el agotamiento del gradiente de protones. Se cree que los AE producen efectos antibacterianos a través de dos mecanismos diferentes: el primero está relacionado con su hidrofobicidad, que permite que el AE se imprima en la membrana celular de la bicapa de fosfolípidos; en tanto que el otro se relaciona con la inhibición de los enzimas y receptores bacterianos por la unión del AE en sitios específicos. Gracias a su estructura hidrófoba, los AE pueden desestabilizar y cambiar la permeabilidad de la membrana bacteriana.

En consecuencia, existe evidencia de la acción antibacteriana de los AE contenidos en las diferentes hierbas que se emplean como fitobióticos para poder reemplazar a los antibióticos promotores del crecimiento (APC).

Bagno et al. (2018) realizaron una revisión relacionada al uso de fitobióticos en la alimentación de animales de granja, destacando que su uso a gran escala está muy vinculado con la prohibición de todas las formas de antibióticos promotores del crecimiento (APC) en la Unión Europea. Consideran que el excesivo y descontrolado empleo de los APC afectó negativamente el organismo animal. Así mismo, consideran que la mutación hizo a los microorganismos inmunes a los antibióticos eliminando así el efecto positivo de la droga. Además, que los antibióticos pueden acumularse en el cuerpo ocasionando incremento en efecto tóxico. Consideraron que “el uso de fitobióticos corresponde totalmente a la ideología de la producción agrícola limpia y mejorar la calidad de vida de las personas”. Para el caso de su país, agregaron que “el alcance significativo del uso de fitobióticos en la ganadería rusa se debe al mercado subdesarrollado de los productos nacionales de este grupo, el alto precio de los aditivos fitobióticos importados y la falta de prohibición del uso de APC en Rusia; situación muy parecida a la del Perú.

Ampliando la definición, composición, acción y limitaciones de los fitobióticos, Buragohain (2017) ha indicado que:

Los fitobióticos son compuestos Bioactivos naturales de las plantas e incluyen hierbas, especias, aceites esenciales y oleorresinas. Las hierbas, especias y sus extractos son conocidos desde la antigüedad por su aroma específico y diversas propiedades medicinales. Muchos extractos de plantas contienen carbohidratos; principalmente heteroglicanos compuestos de hexosas y pentosas

y ácidos urónicos metilados y pueden ejercer numerosos efectos promotores del crecimiento.

Es decir, para este autor los fitobióticos no sólo son los AE sino también los portadores de estos. Para los extractos de plantas indica diferentes posibles funciones que serían de utilidad para el proceso productivo de los animales de interés zootécnico; no solo una sino varias funciones que pueden complementarse y hacerlos adecuados reemplazantes de los antibióticos en el afán de prevenir los desórdenes de salud; así, indican que:

Los extractos de plantas pueden utilizarse como estimulantes del apetito y de la digestión, carminativos, galactogogos, colorantes y para la prevención y tratamiento de determinadas acciones patológicas. También aportan cierta cantidad de nutrientes a los animales; estimulan el sistema endocrino facilitando el metabolismo de los nutrientes. Los extractos de plantas, ricos en polifenoles, son buenas fuentes de antioxidantes naturales y se han utilizado durante muchos años para prevenir la oxidación de lípidos en los alimentos.

Cuando este autor explica la acción sobre el consumo de alimento tiene en cuenta un conjunto de efectos; considerando que:

El efecto estimulante sobre la ingesta de alimento se debe a la mejora de la palatabilidad de la dieta, mejorando sabor y olor, especialmente con el uso de aceites esenciales y debido a sus efectos antioxidantes que ayudan a conservar las cualidades organolépticas deseadas de la dieta. Algunos componentes activos de las plantas actúan como sialogogos y estimulan la secreción de saliva, lo que facilita la deglución. *Curcuma longa*, *Zingiber officinalis*, *Foeniculum vulgare*, *Mentha piperita*, *Allium sepa*, *Trigonella foenum-graecum* y *Cuminum cyminum* pueden mejorar la síntesis de ácidos biliares y su excreción, ayudando así en la digestión y absorción de lípidos. [...] estimulan la función de las enzimas

pancreáticas (lipasas, amilasas y proteasas) y aumentan la actividad de los enzimas digestivos.

Como han indicado Zeng et al. (2015), “a menudo se afirma que las hierbas aromáticas y los AE mejoran el sabor y la palatabilidad del pienso, lo que incrementa la ingesta voluntaria de pienso y aumenta el incremento de peso”. Los mismos autores, sin embargo, consideran que los resultados pueden ser no consistentes, reportan que, en un experimento de alimentación de elección realizado con cerdos en crecimiento, se cuestionó la clasificación de los aceites de hinojo y alcaravea como aditivos aromatizantes o como *promotores del apetito* en las dietas para cerdos. Los revisores complementan la información indicando que, lamentablemente, solo se emplearon 12 cerdos castrados ( $28 \pm 1$  kg) con tres tratamientos y una duración de prueba de sólo cuatro días, lo que consideraron muy poco debido al bajo nivel de replicación y al corto período de alimentación utilizado; además, los cerdos pueden necesitar algunos días para adaptarse al sabor especial de los AE.

Zhai et al. (2018) realizaron una revisión exhaustiva sobre la potencialidad de los aceites esenciales en los cerdos, con relación a la ingestión de alimentos mencionaron que:

La ingestión voluntaria de alimento podría verse influenciada por muchos factores asociados con el alojamiento y entorno social, y las características dietéticas [...], uno de los que podría convertirse en el determinante predominante sobre los otros factores en determinadas condiciones. Los aceites esenciales generalmente poseen un olor pungente, que puede hacer que el alimento sea atractivo y, por lo tanto, despertar el interés de los cerdos por explorar en mayor grado y luego consumir con más frecuencia y/o una mayor cantidad en cada comida antes que otro factor, como el llenado intestinal, tome el dominio y debilite

el impulso de comer de los cerdos o, por el contrario, simplemente disuada a los cerdos de comer debido al olor aversivo.

Algunos reportes indican que es posible que la acción antibacteriana sea secundaria bajo condiciones sanitarias adecuadas de explotación de los animales; sin embargo, se ha indicado que es más factible la presentación de procesos de autooxidación e inflamatorios debido a la acción del alimento sobre el epitelio intestinal, para la neutralización de estos procesos y reparación de tejidos, el organismo destina buena cantidad de nutrientes disminuyendo el abastecimiento para los procesos de síntesis productiva. Buragohain (2017) reporta que:

El estrés oxidativo se refiere al desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno y el nivel de antioxidantes. Los animales jóvenes están expuestos al estrés oxidativo durante su crecimiento activo bajo sistemas de manejo intensivo. Metabolitos secundarios de plantas (hierbas y especias) como sustancias fenólicas (flavonoides, taninos hidrolizables, proantocianidinas, ácidos y terpenos fenólicos) son antioxidantes potentes y pueden prevenir la peroxidación lipídica mediante la neutralización de los radicales libres o mediante la activación de enzimas antioxidantes como súper óxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa y glutatión reductasa.

Como indica el autor, el estrés oxidativo es perjudicial para el logro de óptimo rendimiento de los animales de interés zootécnico; ya que:

El crecimiento se ve afectado por la ingesta de antioxidante en la dieta. La alta tasa metabólica de los tejidos en crecimiento produce grandes cantidades de radicales libres y, si no son eliminados por los antioxidantes, provocan estrés oxidativo. En los cerdos, como la tasa de crecimiento es muy alta durante los primeros meses de edad, la suplementación con antioxidantes puede ayudar a

contrarrestar los efectos negativos del estrés oxidativo asociado con el crecimiento.

En la revisión de Zeng et al. (2015) se indicó que “el uso de los antioxidantes sintéticos comunes, como el hidroxitolueno butilado (BHT) y el hidroxianisol butilado (BHA), se ha puesto en duda debido a su potencial carcinogénico”. Así mismo, se reporta que “en los últimos tiempos se ha observado un rechazo generalizado de los consumidores a los aditivos alimentarios sintéticos”. Por estas razones, existe un interés creciente en estudios que involucren aditivos naturales para su uso como antioxidantes potenciales.

Con relación a la acción antiinflamatoria se indica que:

Los fitobióticos tienen efectos antiinflamatorios (fenoles, terpenoides y flavonoides) a través de la inhibición de las rutas ciclooxigenasa y 5-lipoxigenasa de la oxigenación del ácido araquidónico inhibiendo la síntesis de prostaglandinas y leucotrienos, los mediadores de la inflamación. Los extractos de *Curcuma longum*, *Foeniculum vulgare*, *Mentha piperita*, *Cuminum cyminum*, *Cinnamomum zeylanicum* y *Zingiber officinale* tienen efectos [anti]inflamatorios debido a la presencia de terpenoides y flavonoides. (Buragohain, 2017).

Las mismas propiedades de los fitobióticos han sido reportadas por Radzikowski y Milczarek (2021) y que por tales acciones son utilizados en la nutrición porcina. Debido a la información utilizada por estos autores para su artículo de revisión, mencionan que los estudios sobre su empleo han mostrado muchos resultados positivos (mejora en el sabor del alimento, incremento del apetito, regulación de procesos digestivos y metabólicos) en animales de diferentes grupos productivos. Con relación al tomillo, consideran que los ingredientes activos son los aceites esenciales con propiedades bacteriostática, antioxidante y antifungal.



Por otro lado, Suryahararyana y Durga (2018) revisaron el rol de los aditivos alimenticios fitobióticos en la producción de cerdos y concluyeron que el modo primario de acción de los fitogénicos es a través de afectar benéficamente el ecosistema del TGI mediante el control de patógenos; esto beneficia al animal durante las condiciones de estrés al no perder la inmunidad que de otro modo ocurre normalmente. No parece haber ninguna restricción a nivel mundial sobre el uso de estos aditivos fitogénicos para piensos con la idea que se desarrolle cierta resistencia en el cuerpo del animal.

Estos autores (Suryahararyana y Durga, op. cit.) consideran que no sólo se debería buscar la rentabilidad y la calidad superior de los productos pecuarios, con los fitobióticos, sino también la seguridad alimentaria y la regulación ambiental. Se ha sostenido que los fitobióticos reducen la contaminación ambiental al reducir la liberación de amoníaco, metano y emisiones de gases de efecto invernadero.

Zhai et al. (2018), con relación a la utilización de los alimentos, consideraron lo siguiente:

La literatura ha registrado varios estudios que muestran la mejora de la digestibilidad de la energía y otros nutrientes con la suplementación de aceites esenciales. El cinamaldehído y el timol (250 mg/ kg) mejoraron significativamente la digestibilidad total aparente (DTA) de la materia seca, proteína cruda y energía de lechones (Li et al., 2012; Zeng et al., 2015). Un cóctel de aceites esenciales (250 mg/ kg) mejoró significativamente la DTA de la proteína cruda y energía de cerdos en crecimiento-acabado (Yan et al., 2010). La digestibilidad ileal aparente de la proteína cruda y de la mayoría de los aminoácidos se mejoró con el cóctel de aceites esenciales (300 mg/ kg) estando el mentol como componente principal, pero no con el cóctel con cinamaldehído (Maenner et al., 2011).

La digestibilidad aparente mejorada de las grasas y los nutrientes podría atribuirse a la secreción mejorada de bilis y enzimas, que Platelly Srinivasan (2004) sugirieron como el modo principal para la acción estimulante digestiva de las especias y, en cierto grado, a la disminución de pérdidas endógenas de nutrientes (Maener et al., 2011).

También se ha demostrado que los aceites esenciales regulan la relajación y contracción del intestino y, por lo tanto, influyen en el tránsito de la digesta y la interacción resultante entre el pienso y los enzimas endógenos en el intestino. Los aceites esenciales (cineol, metileugenol y terpineol) de *Croton mepetaeifolius* fueron miorrelajantes y antiespasmódicos, y fueron capaces de estimular el tránsito intestinal debido, posiblemente, a la disminución de la resistencia luminal a la propulsión de la digesta intestinal (Magalhaes et al., 1968). Se mostró que tanto los aceites de Manuka como los de Kanuka (aceites del árbol del té) tienen una acción espasmolítica, pero Kanuka tuvo una fuerte acción espasmo génica inicial, que podría estar relacionada con la diferencia en sus composiciones químicas (sesquiterpenos frente a monoterpenos; Lis-Balchin y Hart, 1998). Los mecanismos, entre bastidores, podrían relacionarse con que los terpenos sean bien reconocidos como compuestos novedosos que se dirigen a los canales iónicos activados por voltaje (de Ara jo et al., 2011). Los aceites esenciales de *Ferula heuffelii* inhibieron la contracción espontánea del íleon, aislado de rata, de manera dependiente de la dosis, posiblemente al bloquear los canales de voltaje de  $Ca^{2+}$  o al abrir los canales de K (Pavlovic et al., 2012). El bloqueo de los canales de calcio parecería ser de mayor importancia para los aceites esenciales de *Agathosma betulina* que para *Agathosma cremulata* con respecto a su acción espasmo génica

inicial seguida de una acción espasmolítica en el íleon de cobaya (Lis-Balchin et al., 2011).

### **2.1.2. Respuesta de los cerdos a los fitobióticos**

Holanda et al. (2021) emplearon fitobióticos con un adsorbente de micotoxinas para mitigar los efectos negativos de múltiples micotoxinas en las dietas de cerdos. Realizaron dos experimentos, en el primero se evaluó cinco tratamientos: CON (control), MTD (CON + 2.5 mg/ kg de deoxinivalenol), DP (MTD + fitobióticos al 0.1%), y DPA1 y DPA2 (MTD + fitobióticos y adsorbente al 0.1 y 0.2%, respectivamente). En el experimento 2 se evaluó cuatro tratamientos: CON, MTAF (CON + 0.19 mg/ kg de aflatoxina y 8 mg/ kg de fumonisinas), AFP (MTAF + fitobióticos al 0.1%) y AFPA (MTAF + fitobióticos y adsorbente al 0.1%). En los resultados encontraron en el Experimento 1 que los cerdos alimentados con MTD, DP, DPA1 y DPA2 tuvieron menor peso ( $P<0.05$ ); los cerdos alimentados con DP y DPA2 tendieron a un menor contenido de proteína total del suero ( $P<0.01$ ) que los cerdos en CON. Los cerdos alimentados con MTD y DPA2 tendieron a tener más alanina aminotransferasa ( $P<0.01$ ) que los cerdos en CON. De manera similar, los cerdos alimentados con MTD, DP y DPA2 tendieron a mostrar más nitrógeno ureico/ creatinina ( $P<0.01$ ) que los cerdos en CON. En el experimento 2, los cerdos alimentados con MTAF, AFP y AFPA tuvieron menor peso corporal ( $P<0.05$ ) que los de CON. Los cerdos alimentados con MTAF, AFP y AFPA tuvieron menor ingestión diaria de alimento ( $P<0.05$ ) que los de CON. Los cerdos alimentados con AFPA tuvieron mayor ( $P<0.05$ ) aspartato aminotransferasa que los de CON y MTAF. Los cerdos alimentados con AFP y AFPA tuvieron mayor ( $P<0.05$ ) alanina aminotransferasa que los de CON. Los cerdos alimentados con MATAF, AFP y AFPA tuvieron menor ( $P<0.05$ ) nitrógeno ureico/ creatinina que los de CON. Los cerdos alimentados con AFP y AFPA tuvieron mayor TNF- que los de CON y MTAF. Los

investigadores concluyeron que la alimentación de 2.5 mg/ kg adicionales de deoxinivalenol o 0.19 mg/ kg de aflatoxina con 8 mg/ kg de fumonisinas redujo el crecimiento de los cerdos. El deoxinivalenol comprometió la función hepática de los cerdos. Los fitobióticos con adsorbente podrían superar en parte los efectos perjudiciales de las micotoxinas.

Lin et al. (2020) realizaron un estudio para evaluar el rendimiento del crecimiento, calidad de la carne y parámetros de digestibilidad de nutrientes en cerdos por efecto de tres combinaciones herbales chinas. Tres mezclas de hierbas chinas se emplearon como aditivos, los cerdos se distribuyeron en cuatro grupos (A, B, C y control – NC). Después de 120 días de alimentación, la conversión alimenticia en los grupos A, B y C, respectivamente, mejoró en 17.56, 9.31 y 13.86% en comparación con el control. Las dietas suplementadas con las hierbas mejoraron la calidad de la carne, incrementándose el área superficial del lomo (especialmente en los grupos A y C,  $P<0.01$ ), la proteína total (el incremento porcentual respecto al control fue: A=4.54%, B=0.38% y C=3.53%), la concentración de aminoácidos del músculo; también, se incrementó la proporción altura de vellosidades: profundidad de criptas, e indujo efectos positivos sobre parámetros bioquímicos y función inmune. Los investigadores concluyen mencionando que el empleo de aditivos alimenticios herbales chinos puede reducir el costo de la crianza porcina y producir carne de alta calidad, y que la combinación de estos efectos contribuiría a mejorar la habilidad de absorción del tracto intestinal y obtener mejor rendimiento del crecimiento.

Ruzauskas et al. (2020) realizaron investigación para determinar la influencia de aceites esenciales sobre los perfiles microbiales intestinales en cerdos; al respecto consideraron que: “En los últimos años, la ingesta de alimentos ultra procesados ha aumentado drásticamente en todo el mundo. La falta de alimentos procesados en la dieta

aumenta la necesidad de componentes alimentarios biológicamente activos que podrían compensar esta deficiencia y ayudar a mantener un estado inmunológico adecuado”. Dado el interés de estos investigadores en la alimentación humana, emplearon cerdos como modelo animal para evaluar el rol del extracto vegetal de orégano en combinación con aceites esenciales de menta y tomillo sobre el perfil microbiano intestinal. Sus resultados demostraron que la combinación de aceites esenciales no fue citotóxica y tuvo efecto positivo sobre la composición microbiana en el intestino grueso de los cerdos debido al aumento significativo en el número de bacterias probióticas. La cantidad de *Lactobacillus* fue 2.5 veces mayor y *Bifidobacterium* 1.9 veces mayor en los cerdos que recibieron que el suplemento. Sin embargo, determinaron que, la combinación tuvo algún impacto negativo en la variedad de especies menores en la parte distal del íleon. Concluyen con que es necesario realizar estudios adicionales para obtener conocimiento sobre cómo las combinaciones de aceites esenciales pueden cambiar la variedad bacteriana en la parte proximal del tracto gastrointestinal.

Evangelopoulou et al. (2019) reportaron que la aparición de la resistencia de *Salmonella* a agentes terapéuticos frente a infecciones humanas se atribuye al uso excesivo en el tratamiento de animales productores de alimentos. Así mismo, consideraron que la propagación de la resistencia requiere una investigación enérgica sobre esquemas terapéuticos alternativos para reemplazar a los antimicrobianos de uso común. Realizaron un estudio para investigar la actividad inhibidora de tres aceites esenciales (AE) disponibles comercialmente contra 59 cepas de *Salmonella* perteneciente a catorce serovares aislados de carcasas de cerdo en el momento del sacrificio. Su actividad antimicrobiana se comparó con la de 24 antimicrobianos de uso común, previamente probados contra las mismas cepas. Para su investigación, los tres AE elegidos fueron orégano, romero y tomillo; encontraron que los AE de orégano y tomillo

mostraron una alta actividad antimicrobiana en comparación con romero y mejor efecto en comparación con los productos comerciales. Indicaron que, de acuerdo con sus resultados, el orégano y el tomillo tienen el potencial de un tratamiento alternativo eficaz contra *Salmonella* sp., especialmente aquellas cepas resistentes a los antimicrobianos sintéticos. Por lo tanto, consideraron que algunos AE podrían ser un tratamiento alternativo más seguro contra ciertas infecciones de animales productores de alimentos o, quizás, promotores del crecimiento, utilizados para una producción eficaz.

Nowak et al. (2019) evaluaron el efecto combinado de aditivos alimenticios sobre el rendimiento del crecimiento y parámetros del tracto digestivo de cerdos en crecimiento. Se emplearon seis grupos de tratamientos: (1) recibió una dieta sin eubióticos, (2) – una dieta con combinación de ácidos, (3) – fitobiótico, ácidos grasos de cadena media (AGCM) y levadura, (4) – probiótico, AGCM, y levadura, (5) fitobiótico, probiótico, combinación de ácidos, y butirato de sodio, (6) fitobiótico, probiótico, AGCM, y butirato de sodio. Respectivamente obtuvieron ganancias diarias (kg) de 0.670, 0.752, 0.698, 0.733, 0.678 y 0.696; conversión alimenticia de 1.69, 1.60, 1.69, 1.66, 1.75 y 1.72; en estas variables no hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, así como en los valores de pH del íleon y ciego, contenido microbial y contenido de AGCM en la digesta cecal. La altura de las vellosidades fue significativamente ( $P<0.05$ ) más alta en los tratamientos 2, 3 y 6 en comparación con el control. La relación altura de vellos: profundidad de criptas fue significativamente ( $P<0.05$ ) mayor en los tratamientos 5 y 2, pero los efectos más promisorios parecieron provenir de los tratamientos 3 y 4. Los autores concluyeron mencionando que, generalmente, las preparaciones eubióticas afectaron la morfología intestinal y algunos parámetros sanguíneos, pero no la microbiota, el crecimiento o la utilización del alimento.

Aguiar et al. (2018) realizaron un estudio para determinar la actividad antimicrobial de aceites esenciales seleccionados contra *Streptococcus suis* aislado de cerdos. Se determinó el potencial inhibidor por contacto y vapor de los aceites esenciales (AE) de albahaca, canela, clavo, menta, orégano, romero, tomillo común y tomillo rojo contra 20 cepas de *S. suis*, mediante la prueba de difusión en disco. Los investigadores utilizaron el método de micro dilución en caldo para determinar la concentración inhibitoria mínima y la concentración bactericida mínima (CIM y CBM) de los aceites seleccionados; además, calcularon el poder bactericida (relación CBM/ CIB). Los AE con mayor potencial en el método de difusión en disco fueron el tomillo rojo, el tomillo común, el orégano y la canela; en tanto que la canela no mostró actividad de vapor. En la prueba de micro dilución todos los AE mostraron una notable actividad antimicrobiana (CIM 90 y CBM 90, 312.5 – 635 ug/ ml) y un fuerte poder bactericida (relación = 1). Los autores indicaron que es el primer estudio que selecciona aceites esenciales contra *S. suis* y recomiendan la realización de nuevos estudios sobre el posible efecto sinérgico de los AE con antibióticos y sobre la toxicidad y eficacia en condiciones *in vivo*.

Paskudska et al. (2018) realizaron una importante labor de revisión de publicaciones científicas relacionadas con el empleo de fitobióticos en la alimentación de cerdos, de las que se ha tomado las siguientes:

Los extractos secos de toronjil, salvia y equinácea resultaron en mejores ganancias diarias en los cerdos. El toronjil como aditivo alimenticio también mejoró el porcentaje de rendimiento magro de la canal en más de 2%; en tanto que la salvia y la equinácea aumentaron el área del lomo en un 3% (Hanczakowska, 2007).

Krusiski (2004) afirmó que junto con el incremento en el contenido de hierbas en los piensos (1, 2.5 y 5%) también incrementaron las ganancias de peso.

Las hierbas utilizadas (ortiga, equinácea, milenrama y ajo) no afectaron la conversión del pienso. Los estudios realizados por Peris y Arensio (2002) demostraron, sin embargo, que el uso de aceites esenciales extraídos de hierbas, en combinación con ácido propiónico, fórmico y láctico, aumenta la tasa de conversión alimenticia en un 8% y mejora el crecimiento animal en un 10%.

Urbanczyk y col. (2002) estudiaron las posibilidades de sustituir los antibióticos promotores del crecimiento con una mezcla de hierbas en la alimentación de los cerdos, confirmando el efecto beneficioso de las hierbas en el proceso de engorde. La mezcla denominada Ziolostran T contenía; cardo mariano, diente de león, culantro, mejorana, pimienta turca, ajo, manzanilla, ortiga, menta y bálsamo de limón. El ensayo se llevó a cabo con 3 grupos de animales; el grupo I fue alimentado sin suplemento, el grupo II recibió Ziolostran T y el grupo III recibió flavomicina (un antibiótico). Los efectos del uso de la mezcla de hierbas ya eran visibles al comienzo del engorde. Los que recibieron Ziolostran T ganaron en promedio 90 gramos más por día que los del grupo control y 66 gramos más en comparación con los del grupo III. Adicionalmente, en la evaluación de la carcasa, los cerdos que recibieron Ziolostran T superaron a los de los otros dos grupos, con mayor área superficial de lomo, más delgada la capa de grasa dorsal, mayor contenido de magro en los cortes principales (aproximadamente 6.5% más de carne en la canal en comparación con los otros grupos). En conclusión, estos estudios encontraron que la selección apropiada de hierbas para la alimentación influye positivamente en el engorde de cerdos y puede representar una alternativa a los antibióticos promotores del crecimiento.

Pieszka et al. (2017) realizaron un ensayo con el propósito de determinar el efecto de la suplementación dietética de orujos deshidratados de frutas (manzana, berry, moras,



fresa y zanahoria) sobre los parámetros productivos y calidad de la carne de cerdos en período de engorde. Este período fue acortado significativamente en el grupo Berry en comparación con los grupos que recibieron manzana y zanahoria; así mismo, en este grupo Berry se observó las mayores ganancias diarias de peso, que fueron significativamente diferentes en comparación con el grupo que recibió zanahoria. Los investigadores indicaron que el factor que puede afectar las diferencias en el crecimiento de los cerdos podría ser el perfil bacteriano en el tracto gastrointestinal, especialmente en el intestino grueso, que depende del tipo y cantidad de fibra en el alimento, ocasionando mejor función intestinal y mayor digestibilidad. También se observó mejor conversión alimenticia ( $P < 0.05$ ) en los grupos manzana y zanahoria, en comparación con los otros. Indicaron que los resultados de estudios similares con cerdos de engorde confirman que el mayor contenido de fibra dietética en el alimento con menor contenido de energía condujo a menor digestibilidad y mayor ingestión de alimento. Así mismo, consideraron la suposición que los ácidos orgánicos contenidos en los orujos (como el málico, cítrico y otros) mejoran el sabor y palatabilidad de la mezcla alimenticia y podrían estimular la secreción de jugo gástrico y aumentar la ingesta de alimento.

Soto et al. (2017) realizaron la evaluación de fitogénicos dietéticos sobre el rendimiento del crecimiento y características de la carcasa de cerdos durante la fase de crecimiento acabado. La prueba de alimentación fue de 87 días para determinar los efectos de dos mezclas de aceites esenciales probadas individualmente y en combinación en cerdos de 49 a 130 kg. Los cerdos fueron alimentados con un programa nutricional con 4 fases dietéticas con los mismos tratamientos alimentados en las 4 fases. Los tratamientos experimentales incluyeron una dieta control sin aditivos alimentarios o el control más 0.02% de la mezcla 1 (EOM 1) que contenía alcaravea, ajo, tomillo y canela; 0.013% de la mezcla 2 (EOM 2) que contenía orégano, cítricos y anís; y la combinación

de 0.02% de EOM 1 y 0.013% de EOM 2 (EOM 1+2). A los 87 días los cerdos se trasladaron a una planta de empaque para su procesamiento y recolección de datos de carcasa. No hubo evidencia de diferencias de tratamiento para la ganancia diaria promedio, ingestión diaria promedio de alimento y conversión alimenticia general. De manera similar, no hubo evidencia de diferencias de tratamiento en peso de carcasa caliente, rendimiento de carcasa, espesor de grasa dorsal, profundidad del lomo o el porcentaje de magro. Los investigadores resumieron que la inclusión de estos aditivos fitogénicos para piensos no influyó en el crecimiento o rendimiento de carcasa.

Long et al. (2016) ejecutaron un experimento de 60 días para determinar el efecto de la suplementación dietética de hojas de *Lonicera macranthoides* (HLM) sobre el rendimiento del crecimiento, la calidad de la carne y los perfiles de aminoácidos libres de cerdos en crecimiento-acabado. Las hojas se recolectaron, se secaron al aire y se molieron hasta el grado de polvo. Se emplearon cerdos cruzados (Large White x Landrace) y se les administró una dieta basal o una suplementada con 0.5 o 1.0% de HLM. Sus resultados mostraron que la dieta suplementada con HLM no afectó la ingestión de alimento y la conversión alimenticia; tampoco se mostró efectos significativos sobre características de la canal. Sin embargo, la dieta suplementada con HLM mejoró significativamente los perfiles de aminoácidos libres en el suero y músculo *Longissimus thoracis*. Estos resultados mostraron que las HLM tienen el potencial de mejorar el valor nutricional de la carne mediante la mejora de los perfiles de aminoácidos libres.

Rada et al. (2016) realizaron un ensayo para probar el producto fitobiótico Dysantic en cerdos en engorde no vacunados contra ileítis causada por *Lawsonia intracellularis*. Se emplearon 77 cerdos, se sometió a estrés a 60 cerdos distribuidos en dos grupos (G1 y G2), y 17 cerdos no estresados formaron el grupo control (G3). El grupo G1 recibió Dysantic combinado en el alimento durante 7 días y los otros dos recibieron

el alimento habitual. En G1 se produjo una ganancia diaria promedio 23.17% superior a los cerdos de G2 y 4.21% menor que los cerdos de G3. La cantidad de casos de diarrea fue mayor en los cerdos de G2. Concluyeron que el Dysantic mejoró el rendimiento de los cerdos en engorde y redujo los casos de diarrea en los cerdos no vacunados contra la ileítis.

Zeng et al. (2014), citados por Zeng et al. (2015), investigaron la aceptación de AE comerciales en dietas de baja densidad energética, con trigo y soja entera extruida como ingredientes principales, para cerdos destetados. Se les suministró una dieta estándar de densidad energética (DE= 3400 kcal/ kg) o una de baja densidad energética (DE= 3250 kcal/ kg) con 0 o 0.25 g/ kg de AE (4.5% de cinamaldehído y 13.5% de timol). La suplementación de AE aumentó significativamente la ganancia de peso y mejoró la digestibilidad aparente de la materia seca, proteína cruda y energía en comparación con los cerdos alimentados con la dieta control de baja densidad energética. La suplementación de AE en una dieta para cerdos de bajo contenido energético tiene efectos beneficiosos y condujo a un rendimiento similar en comparación con una dieta de densidad energética estándar.

Jansons et al. (2011) realizaron un estudio para determinar la eficiencia de ácidos orgánicos, fitoaditivos y un complejo de ácidos orgánicos y fitoaditivos sobre los procesos de crecimiento y calidad de la carne porcina. Los animales del grupo control (grupo 1) fueron alimentados con una ración completa (dieta básica); los cerdos de los grupos de prueba recibieron además un aditivo de ácido orgánico (grupo 2), un fito aditivo (grupo 3), un complejo de ácidos orgánicos y fito aditivo (grupo 4). El mayor impacto (12%) sobre la ganancia de peso vivo se debió a la inclusión del fitoaditivo, de reciente desarrollo, en la ración en comparación con el grupo control. La conversión alimenticia de los animales que recibieron aditivos de ácidos orgánicos fue 4.2% más eficiente, para

los animales que recibieron el fitoaditivo en un 8.1% más eficiente y para los que recibieron el complejo en un 7.45% más eficiente que en el caso de los cerdos del grupo control. El fitoaditivo y el complejo de ácidos orgánicos más fitoaditivo, como complemento alimenticio para cerdos, mejoró la calidad proteica en el tejido muscular (mayor valor nutritivo). El fitoaditivo redujo en mayor proporción el colesterol en el músculo (51.1 mg/ kg) en comparación con el control.

Zhekova et al. (2011) investigaron al tomillo “invierno alemán”, tipo timol, para determinar el rendimiento de aceite esencial en cuatro etapas: botones, floración plena, floración final y 7 días post floración. Determinaron que el contenido de aceite esencial cambió de 0.28 a 0.41% en inflorescencias frescas. En la etapa de botones mostró el valor más bajo pero el más alto se dio durante la floración plena. El contenido de aceite esencial, después del secado, se incrementó en 3.3 veces y alcanzó el 1.32 – 1.42%, hasta el material absolutamente seco 1.55%; pero el rendimiento de aceite esencial tiene una tendencia a la disminución del 5 – 10%. La composición de calidad y cantidad del aceite esencial se guardó sin cambios importantes, demostrando que el tomillo “invierno alemán” se puede destilar tanto en forma fresca como seca. El componente mayor fue el timol, por encima del 40% en todas las formas.

Czech et al. (2009) realizaron un estudio para determinar el efecto de la adición de un extracto herbal (Prodol B) proveniente de bulbos de ajo, raíces y macollos de regaliz común, tomillo común y frutos de alcaravea en el engorde de cerdos y evaluar el rendimiento, algunos parámetros morfológicos y la actividad de algunas enzimas sanguíneas. Se evaluó tres tratamientos: I (dieta control), II (dieta control + avilamicina) y III (dieta control + extracto herbal, 0.8 g/ kg de alimento). Las ganancias diarias promedio de peso (798 g con Prodol B frente a 812 g con APC y 748 con el grupo control negativo), el índice de conversión alimenticia (2.66 frente a 2.63 y 2.88, respectivamente)

y los parámetros sanguíneos demostraron que esta preparación a base de hierbas puede constituir una valiosa alternativa a los APC, como aditivo alimenticio a las mezclas de alimentos balanceados para cerdos.

## **2.2. Bases Teóricas**

En la revisión de Omonijo et al. (2018), se han establecido criterios muy importantes en el empleo y respuesta del uso de fitobióticos como alternativa los antibióticos promotores del crecimiento; según estos autores:

Las alternativas viables a los antibióticos en el alimento deben tener varias características: seguras para el público, rentables en la producción porcina y amigables con el ambiente. Debido a estos múltiples requisitos, hasta el momento no existe una única alternativa que se haya identificado para sustituir completamente a los antibióticos en las dietas. Así mismo, es un desafío utilizar estudios comprensivos y sistemáticos para evaluar la eficacia, la rentabilidad y la seguridad de los aceites esenciales en la producción porcina; otros desafíos lo constituyen algunos efectos secundarios potenciales (Ej.: olor/ sabor desagradable y toxicidad), preocupaciones regulatorias y posibles interacciones con otros ingredientes del alimento (Ej.: grasas). También, es importante la trazabilidad de los aceites esenciales en los alimentos y tejidos animales y los métodos analíticos viables. Aún se necesita una evaluación completa (Ej.: modelos celulares *in vitro* e *in vivo*) sobre la toxicidad y seguridad de los aceites esenciales antes de que los compuestos se puedan usar ampliamente en alimentos para cerdos.

Es muy importante comprender completamente el mecanismo de por qué los antibióticos pueden promover el crecimiento animal, lo que ayudará a desarrollar alternativas efectivas a los antibióticos en los alimentos. Se han propuesto varias hipótesis sobre los posibles mecanismos: (1) reducir la infección

mediante la inhibición de patógenos; (2) hacer que los animales dispongan de más energía y nutrientes mediante la reducción de la carga bacteriana total en el intestino; (3) aumentar la absorción de nutrientes mediante el adelgazamiento de la capa mucosa intestinal; y (4) reducir la inflamación mediante la modulación del sistema inmunológico.

En diferentes revisiones sobre publicaciones relacionados con los principios, modo de acción y respuesta animal de los fitobióticos se ha indicado que la restricción del uso de los antibióticos promotores del crecimiento en los alimentos ha motivado el interés en productos alternativos; entre las alternativas se encuentran los fitobióticos, denominación que puede aludir a una acción antibiótica o probiótica por parte de productos vegetales. Anteriormente se indicó que son partes de algunas especies de plantas, sus componentes, o sus extractos, por lo que en el idioma inglés se les denomina, también, como *botanicals*. En realidad, los fitobióticos tienen varias acciones, de las que las más importantes parecen ser la antimicrobiana, antioxidante, antiinflamatoria, inmunoestimulante (Fresno Rueda et al., 2021; Jacela et al., 2010).

Los fitobióticos que se pueden emplear en la alimentación de los cerdos y de otras especies de interés zootécnico son aditivos alimenticios, se define un aditivo como una sustancia, microorganismo o producto químico añadido intencionalmente al alimento para mejorar sus propiedades, cubrir las demandas nutricionales de los animales, influir positivamente en la genética, aspectos productivos y bienestar de los animales, y con el fin de mejorar la producción del ganado (Paskudska et al., 2018). Con respecto a sus propiedades y función, los aditivos alimenticios se han asignado a uno o más grupos, a saber, aditivos tecnológicos, aditivos sensoriales, aditivos nutricionales, aditivos zootécnicos y coccidiostáticos e histomonostáticos. Así mismo, se sabe que las propiedades terapéuticas de las plantas son el resultado de la interacción de compuestos

contenidos y almacenados en cualquier parte de la planta: semillas, flores, frutos, tallos, raíces, rizomas y hojas; estos compuestos activos están presentes en contenidos muy pequeños, siendo raro se supere el 1% aunque generalmente es una décima y en algunos casos una centésima.

La inconsistencia en los resultados con el empleo de fitobióticos se han indicado tres posibles razones: (1) dosis variables que pueden no ser eficaces, (2) diferentes condiciones del ensayo (Ej.: ambiente, edad del animal, genética, alimentos y estado de salud), y (3) la indefinición de los aceites esenciales utilizados en el estudio y la adecuada caracterización de los compuestos activos implicados. Además, la mayoría de los aceites esenciales tienen valores CIM que son significativamente más altos que los niveles que podrían ser aceptables en la producción porcina en términos de rentabilidad. La aceptación, por parte de la industria, de utilizar alternativas de antibióticos para optimizar el rendimiento y la salud de los animales también depende del costo de las alternativas (Omonijo et al., 2018).

Los mismos autores (Omonijo et al., op cit.) consideran características importantes de los aceites esenciales, como los componentes más importantes de las hierbas y especias, a considerar en su empleo como alternativas a los antibióticos; indican que:

Con sus características lipofílicas, los compuestos de aceites esenciales pueden generar preocupaciones sobre su potencial toxicidad y posible impacto negativo en la salud animal. La mayoría de los aceites esenciales también son muy volátiles y pueden evaporarse rápidamente durante el procesamiento y almacenamiento del alimento, lo que da como resultado una cantidad variable de aceites esenciales que se encuentran en los alimentos y se suministran a los animales. Se ha demostrado que la mayor parte o totalidad del timol, carvacrol,

eugenol y trans cinamaldehído, después del suministro oral, desaparecieron en el estómago y la parte superior del intestino delgado en lechones. Adicionalmente, los aceites esenciales pueden interactuar con otros componentes de los alimentos, dando lugar a una actividad antimicrobiana comprometida. Por lo tanto, si no se protegen adecuadamente, la mayor parte de los aceites esenciales se perdería durante el procesamiento, el almacenamiento y su suministro al intestino animal y, por lo tanto, es posible que no lleguen al intestino delgado, donde se encuentra la mayoría de los patógenos. Eventualmente, afectará la rentabilidad de las fábricas de alimentos y de los granjeros y se convertirá en una de las principales barreras para su empleo en la producción porcina.

En la revisión también se hace referencia sobre la composición de los aceites esenciales, como los componentes más importantes de las hierbas y especias; mencionan que:

Los aceites esenciales tienen dos clases principales de compuestos, terpenos (Ej.: carvacrol y timol) y fenilpropenos (Ej.: cinamaldehído y eugenol). Los terpenos se subdividen respecto a las cantidades de bloques de cinco carbonos contruidos, conocidos como unidades isopreno ( $C_{10}H_{16}$ ), sesqui ( $C_{15}H_{24}$ ) y diterpenos ( $C_{20}H_{32}$ ). Existen algunas fuentes diferentes de terpenos, representadas por la existencia o no de estructuras de anillo, dobles enlaces y adición de oxígeno o presencia estereoquímica. Varios investigadores han estimado que hay más de mil monoterpenos y más de tres mil diterpenos. Los aceites esenciales comúnmente usados en animales son carvacrol, timol, citral, eugenol y cinamaldehído.

El orégano y el tomillo son dos de las especies más empleadas como fitobióticos en la alimentación de cerdos y se han relacionado con efectos benéficos en la ingestión



de alimento, en la función intestinal, antioxidante y antimicrobial. En la revisión de Huang y Lee (2018) se indicó que el compuesto principal en los aceites esenciales de tomillo y orégano, el timol es el isómero del carvacrol y han mostrado acción antiinflamatoria, indicándose que en el yeyuno de pollos de carne disminuyó significativamente el factor de transcripción NF $\kappa$ B; con disminución de las citosinas proinflamatorias como IL-6, IFN- $\gamma$  y TNF- $\alpha$  lo que indica que podría resolverse un proceso inflamatorio intestinal que obstaculice la absorción de nutrientes.

Con relación a la acción sobre el consumo, se asume que mejoran la palatabilidad de la dieta (sabor y olor); sin embargo, los resultados han sido en algunos casos muy variables, ya que en algunos casos el consumo disminuyó; es posible que el aumento de palatabilidad del alimento con la adición de fitogénicos también pueda deberse a sus efectos antioxidantes, que podrían contribuir a preservar las cualidades organolépticas deseadas de la dieta (Jacela et al., 2010).

Referente a la acción antimicrobial, también la revisión de Omonijo et al. (2018) lo ha documentado en gran medida, indicando que:

Aunque el carvacrol y el timol tienen varios sitios objetivo en las células bacterianas, su sitio objetivo principal es la maquinaria biosintética de las paredes celulares. En primer lugar, el carvacrol y el timol pueden sensibilizar las paredes celulares (incluidas las membranas) y causar daños importantes en la membrana, lo que lleva al colapso de la integridad de la membrana citoplasmática bacteriana, la fuga de contenidos intracelulares vitales y, finalmente, la muerte de las células bacterianas. La fuga, a menudo, ocurre por daño de la pared celular, daño de la membrana citoplasmática, coagulación del citoplasma y destrucción de la proteína de la membrana; así como por reducción de la fuerza motriz del protón. En segundo lugar, con su estructura lipofílica, el carvacrol y timol pueden penetrar

fácilmente en las membranas bacterianas entre las cadenas de ácidos grasos y hacer que las membranas se expandan y se vuelvan más fluidas. Con estas propiedades, el carvacrol y el timol se consideran alternativas prometedoras a los antibióticos en los sistemas de producción porcina. La posición de los grupos funcionales (Ej.: hidroxilo o alquilo) en los aceites esenciales juega un papel muy importante en las actividades antimicrobianas, aunque el timol y carvacrol tienen efectos antimicrobianos similares, tienen efectos diferentes sobre las bacterias  $G^+$  o  $G^-$  según las posiciones de uno o más grupos funcionales. Su acción antimicrobiana depende en gran medida del grupo hidroxilo de los terpenoides fenólicos y de la presencia de electrones deslocalizados que, a menudo, determinan el nivel de su actividad antimicrobiana en diferentes bacterias. Helander y col., informaron que el timol y carvacrol podían dañar la membrana externa de *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* O157:H7 debido a su capacidad mejorada para liberar lipopolisacáridos que los hacen tener propiedades antimicrobiales superiores contra algunas bacterias  $G^-$  en comparación con otros aceites esenciales.

Otra hipótesis es el modelo intercambiador de protones y el carvacrol puede actuar como un portador transmembrana al intercambiar su protón hidroxilo por un ión potasio, lo que resulta en la disipación del gradiente de pH y el potencial eléctrico sobre la membrana, reducción de la fuerza protón motriz y agotamiento de las reservas de ATP. La pérdida de potasio también puede causar problemas, ya que juega un papel muy importante en la activación de varios enzimas citoplasmáticos, en el mantenimiento de la presión osmótica y en la regulación del pH intracelular. En términos generales, las bacterias pueden usar bombas iónicas para contrarrestar estos efectos y la muerte celular no siempre ocurre, pero se

necesitan grandes cantidades de energía para esta función y el crecimiento bacteriano se ve comprometido.

Un aspecto importante en la producción intensiva de animales de interés zootécnico está relacionado con las condiciones, típicas de toda explotación intensiva, que ocasionan estrés; al respecto, Omonijo et al. (op. cit.) consideran, en su revisión, lo siguiente:

El estrés oxidativo representa un mecanismo químico importante que conduce al daño biológico, que, a su vez, puede afectar el rendimiento del crecimiento y la salud de los cerdos, especialmente en los sistemas modernos de producción porcina de alto rendimiento. Con frecuencia los cerdos están expuestos a varios factores estresantes, incluidos el destete, la desnutrición, el desafío de enfermedades, el estrés por calor, la contaminación por micotoxinas en el alimento, el transporte y el hacinamiento. Se sabe que estos factores de estrés aumentan la producción de especies reactivas del oxígeno (ROS) y cuando el sistema antioxidante se ve abrumado por la producción de ROS se produce estrés oxidativo. Este puede estar asociado con una disminución en el rendimiento, inmunidad comprometida, degeneración muscular, mayor riesgo de accidente cerebrovascular en cerdos de rápido crecimiento, disminución de apetito, diarrea, destrucción de tejido hepático y mayor riesgo de aborto en marranas gestantes.

Como contraparte importante de NF- $\kappa$ B, Nrf2 es un factor de transcripción sensible a redox y puede ser secuestrado en el citoplasma por la proteína 1 asociada a ECH similar a Kelch (Keap1) en condiciones normales. El factor 2 relacionado con el factor nuclear eritroide 2 puede disociarse de Keap 1 y translocarse al núcleo, activando la expresión de genes que contienen un elemento de respuesta antioxidante (ARE). La vía Nrf2-ARE regula positivamente la

expresión de enzimas antioxidantes y de desintoxicación en células, como la glutatión peroxidasa (GPx), catalasa (CAT), glutatión estransferasa (GST), glutatión reductasa (GR), súper óxido dismutasa (SOD), NADH (P) H-quinona-oxirreductasa 1 (NQO1), hemo oxigenasa (HO1) y el precursor del glutatión (GSH) gamaglutamil cisteína sintetasa ( $\gamma$ -GCS) y estas enzimas pueden ayudar a restablecer la homeostasis celular redox.

Se ha podido evidenciar que los compuestos contenidos en los aceites esenciales de hierbas y especias activan estos sistemas para atenuar los efectos de la autooxidación.

Estos mismos autores son concluyentes cuando manifiestan que el método más prometedor para reemplazar a los APC es una combinación de diferentes alternativas; indicando para ello tres razones principales: (1) una única alternativa no cubre todas las propiedades de mejora del rendimiento que poseen los antibióticos; (2) existe un efecto sinérgico entre diferentes alternativas lo que reduciría las dosis efectivas requeridas para combatir patógenos (Ej.: ácidos orgánicos y aceites esenciales); y (3) se debe adoptar un enfoque integrado para reemplazar a los APC, incluyendo nutrición, bioseguridad y manejo, en lugar de sólo un suplemento de alternativas antibióticas. Así mismo, reconocen que el uso combinado de diferentes alternativas tuvo mejores efectos sobre el rendimiento y salud de lechones destetados en comparación con compuestos individuales; como en el caso del presente ensayo en el que se considera al tomillo y algarrobo. Los autores complementan la información indicando que es muy importante comprender los efectos y mecanismos de acción de varias alternativas que ayudarían al diseño de productos más efectivos para promover el crecimiento animal y mejorar la eficiencia alimenticia en la producción porcina.

Debido a que se dan una serie de situaciones que pueden disminuir o bloquear la llegada de los aceites esenciales hasta el intestino, indican que es necesario contar con un

procedimiento que permita la entrega efectiva y práctica. Las protecciones entéricas (Ej.: microencapsulación y recubrimiento) se han hecho comunes para resolver el problema. Entre diferentes procedimientos, la microencapsulación de los aceites esenciales en una matriz lipídica que podría liberarlos a su paso por el intestino delgado es uno muy considerado. También reportan que se ha informado que las micropartículas de proteína de suero de leche de alginato son un buen portador para mejorar la entrega intestinal de carvacrol en cerdos. Así, para reducir la dosis efectiva y el costo de producción, se debe continuar con la investigación para comprender completamente las tecnologías de protección y optimizar la entrega de aceites esenciales en el intestino inferior. Por lo tanto, sería muy interesante, por ejemplo, investigar la caracterización fisicoquímica y molecular de micropartículas, lo que aportaría más conocimiento sobre los mecanismos subyacentes al fenómeno de estabilidad o liberación de aceites esenciales y luego ayudará a optimizar las técnicas de microencapsulación para proteger y entregar mejor los aceites esenciales. En ese sentido, consideran, las ventajas de las nano partículas de aceite esencial encapsuladas en polímeros biodegradables han convertido a la nanotecnología en un método interesante de administración de aceites esenciales en el intestino animal.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

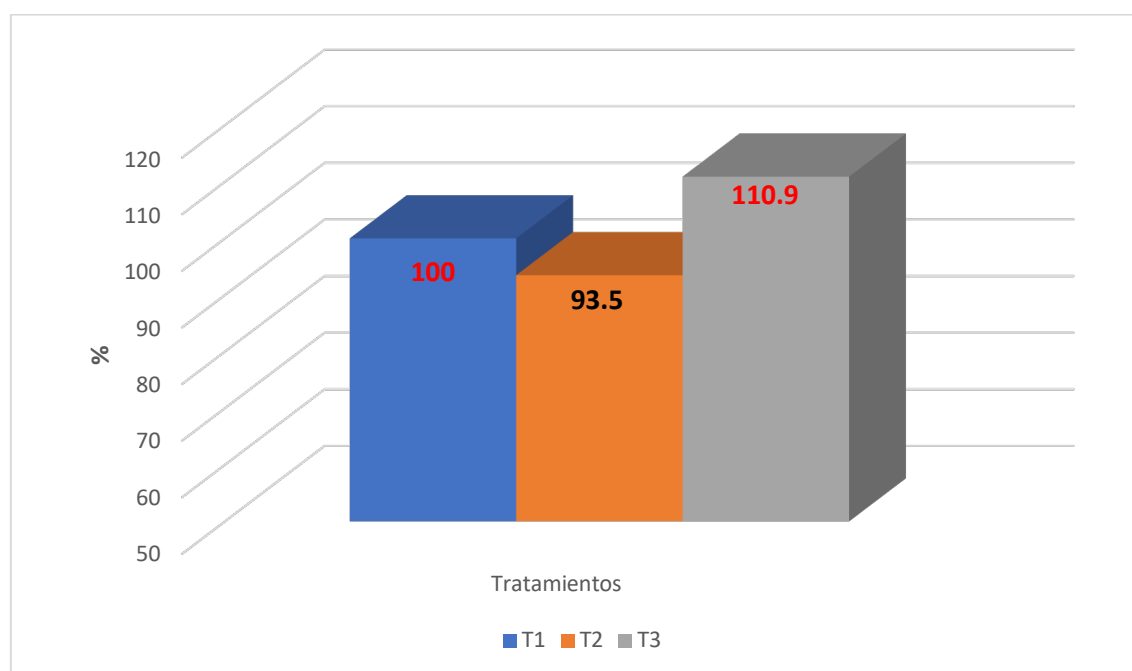
#### 3.1. Consumo de Alimento

Los resultados del consumo de alimento de cerdos comerciales que recibieron un producto comercial de tomillo y algarrobo europeo en reemplazo del antibiótico promotor del crecimiento (APC) se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Consumo de alimento de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta**

Ítem	Tratamiento		
	1	2	3
Días experimentales	49	49	49
Cerdos	06	06	06
APC	Sí	No	No
Producto, %	No	0.10	0.20
Consumo, Kg:			
Total/ lote	860.95	806.65	954.41
Total/ animal	143.49	134.44	159.07
Promedio/ animal/ día	2.93	2.74	3.25

En la Figura 1 se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos para el consumo.



**Figura 1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento**

Como se puede notar en la información de la Tabla 1, el consumo promedio de alimento por animal y por día fue menor en el tratamiento 2 y mayor en tratamiento 3 en comparación con el tratamiento testigo. En la Figura 1 se muestra que los cerdos del tratamiento 2 consumieron 6.5% menos que los cerdos del tratamiento testigo; en tanto que los cerdos del tratamiento 3 ingirieron 10.9% más.

No se puede hablar de un comportamiento del consumo en función de prueba de aceptación por parte de los cerdos ya que las cantidades suministradas se implementaron en función de restricción para evitar el engrasamiento. Sin embargo, la restricción siempre es relativa, varios factores pueden influir la cantidad suministrada, como el hecho de encontrar alimento del día anterior en los comederos que podría deberse a rechazo por presencia de insumos de poca calidad, procesos fermentativos, sabor, etc. (Omonijo et al., 2018). Considerando eso, las cantidades suministradas se disminuían o incrementaban; teniendo en cuenta, además, que conforme los animales crecen tiene que aumentarse la oferta para que puedan cubrir sus incrementadas necesidades nutricionales.

Como se puede apreciar en la Figura 1, con la proporción de 0.2% se incrementó, aparentemente, la aceptación del alimento por parte de los cerdos del tratamiento 3; en tanto que con 0.1% se evidenció una ligera retracción; evaluando el consumo diario promedio por animal se notó que la retracción indicada fue de 190 gramos por animal. La cantidad superior con el tratamiento 3, respecto al testigo, fue de 320 gramos. Para tratar de explicitar estas comportamiento del consumo recurrimos a lo manifestado por diferentes investigadores que trabajaron con fitobióticos; muchos han encontrado estímulo de la ingestión alimentaria, otros ninguna y otros disminución (Jacela et al., 2010). En el caso de la presente investigación se dieron las tendencias contrarias, con la menor proporción del producto hubo disminución, se podría asumir que con una mayor inclusión la disminución del consumo habría sido aún mayor; sin embargo, como se

aprecia, fue contraria. Se ha asumido dos posibles situaciones, la primera indicaría que con 0.1% del producto los cerdos puedan haber satisfecho la mayor parte de sus necesidades nutricionales y con 0.2% se exacerbó el sabor que habría motivado a los cerdos a comer más, aunque, no necesariamente, a ser más eficientes convirtiendo el alimento en peso vivo.

La corroboración o desestimación de esta explicación, referente a la tendencia del consumo de alimento, se analiza con mayor detalle al considerar la conversión alimenticia. Pero se sustenta en lo encontrado en otras investigaciones, que fueron realizadas con pollos de carne (Bustamante, 2021; Collantes, 2017).

### 3.2. Cambios en el Peso

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos con los cambios obtenidos en el peso de los cerdos que recibieron un producto a base de tomillo y algarrobo europeo en reemplazo del antibiótico promotor del crecimiento.

**Tabla 4. Peso e incremento de peso de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta**

Ítem	Tratamiento		
	1	2	3
Días experimentales	49	49	49
Cerdos	06	06	06
APC	Sí	No	No
Producto, %	No	0.10	0.20
Peso vivo, Kg/ cerdo:			
- Inicio	66.5	63.5	65.5
- Final	108.83	110.5	108.83
Cambio de peso, Kg/ cerdo:			
- Total	42.3 <sup>b</sup>	47.0 <sup>a</sup>	43.3 <sup>b</sup>
- Promedio/ día	0.863	0.959	0.88

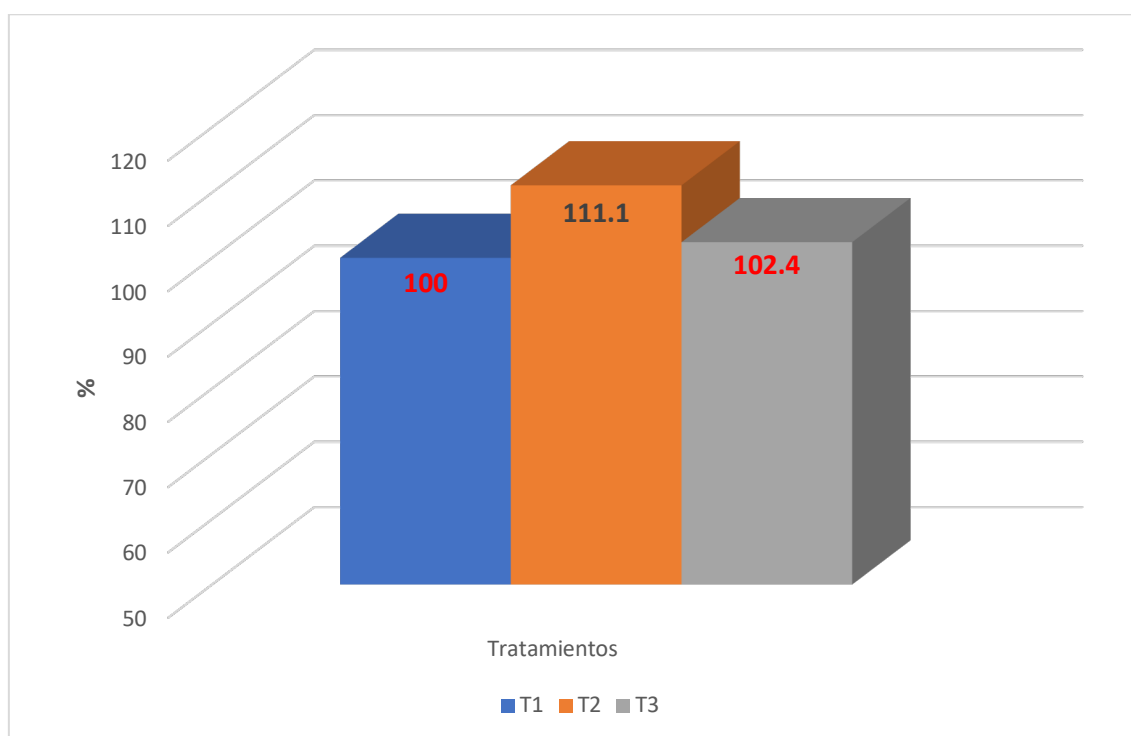
<sup>a, b</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ , Duncan) entre tratamientos.

En los anexos se muestran las pruebas de normalidad y homocedasticidad, las que indicaron distribución normal de los pesos iniciales de los pesos iniciales y de los incrementos de peso, así como homogeneidad de varianzas entre los tratamientos; así como el análisis de la varianza y el de covarianza entre peso inicial e incrementos.



La proximidad a la significación del valor F (3.22) con el análisis de varianza de los incrementos de peso sugirió la ejecución del análisis de covarianza con los pesos iniciales (variable concomitante); el resultado indicó que después de corregir por efecto del peso inicial hubo diferencias significativas ( $P<0.05$ ) entre los tratamientos, los tratamientos 1 y 3 fueron similares e inferiores al tratamiento 2.

En la Figura 2 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para los incrementos de peso.



**Figura 2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso**

El tratamiento 2 superó al testigo en 11.1%, en tanto que el tratamiento 3 fue mejor que el testigo en sólo 2.4%. El mejor resultado obtenido con 0.1% del producto es concordante con lo obtenido por Del Carpio (2018), en cuyo trabajo de investigación se trabajó con cerdos recién destetados hasta que alcanzaron alrededor de 20 kilos. Al parecer proporciones mayores del producto conducen a comportamientos parecidos a la ley de los rendimientos decrecientes; esto es, los principios contenidos en el producto empezarían a interferir con algunas funciones digestivas o metabólicas que no permitirían

mayor rendimiento. Sin embargo, es posible que proporciones mayores del producto den lugar a otras acciones benéficas que no pueden ser cuantificadas a través del incremento de peso, dentro de estas podrían estar las relacionadas con la calidad de la carne o la mejor respuesta a la acción bacteriana, entre otras. Siempre se debe tener en mente que el cerdo es la especie más susceptible al síndrome PBE (músculo pálido, blando y exudativo) que puede ocasionar pérdidas importantes en la carcasa y que una de las causas de su presentación se vincula con la activación de procesos auto oxidativos que deterioran las membranas celulares.

La eficiente acción antioxidante o atrapadora de radicales libres ha sido indicada en las revisiones científicas de Fresno Rueda et al. (2021), Radzikowski y Milczarek (2021), Omonijo et al. (2018), Buragohain (2017), Zeng et al. (2015) Jacela et al. (2010), entre otros. En ellas se ha documentado que, ante la acción de los radicales libres que conducen a la destrucción de tejidos, el organismo puede dirigir una gran cantidad de nutrientes hacia la reparación y menores cantidades a la síntesis de nuevos tejidos (Ej.: músculo), dando lugar a un pobre rendimiento del crecimiento; lo que se expresa a través de menores incrementos en el peso vivo o, contrario sensu, aquellos que están mejor protegidos contra la acción de radicales tendrán mejores incrementos de peso.

Proporciones relativamente altas de los productos fitobióticos en la dieta podría dar lugar a algún grado de toxicidad o interferencia en la absorción y utilización de nutrientes, como ha sido indicado en la revisión de Omonijo et al. (2018).

No obstante, diferentes investigadores han reportado mejoras en los incrementos de peso diario debido al empleo de fitobióticos (diferentes especies) en el alimento de los cerdos, como Hanczakowska (2007), Krisiski (2004), Urbanczyky y col. (2002) (citados por Paskudsa et al., 2018); así como por Pieszka et al., 2017; Rada et al., 2016; Zeng et al., 2015 (citados por Zeng et al., 2015), Jansons et al. (2011) y Czech et al. (2009).

Los resultados obtenidos en el presente ensayo con 0.1% del producto comercial de tomillo y algarrobo europeo, concordantes con las citas indicadas en el párrafo anterior ponen en evidencia que bajo condiciones sanitarias estables no existe necesidad de incluir APC en el alimento.

### 3.3. Conversión Alimenticia

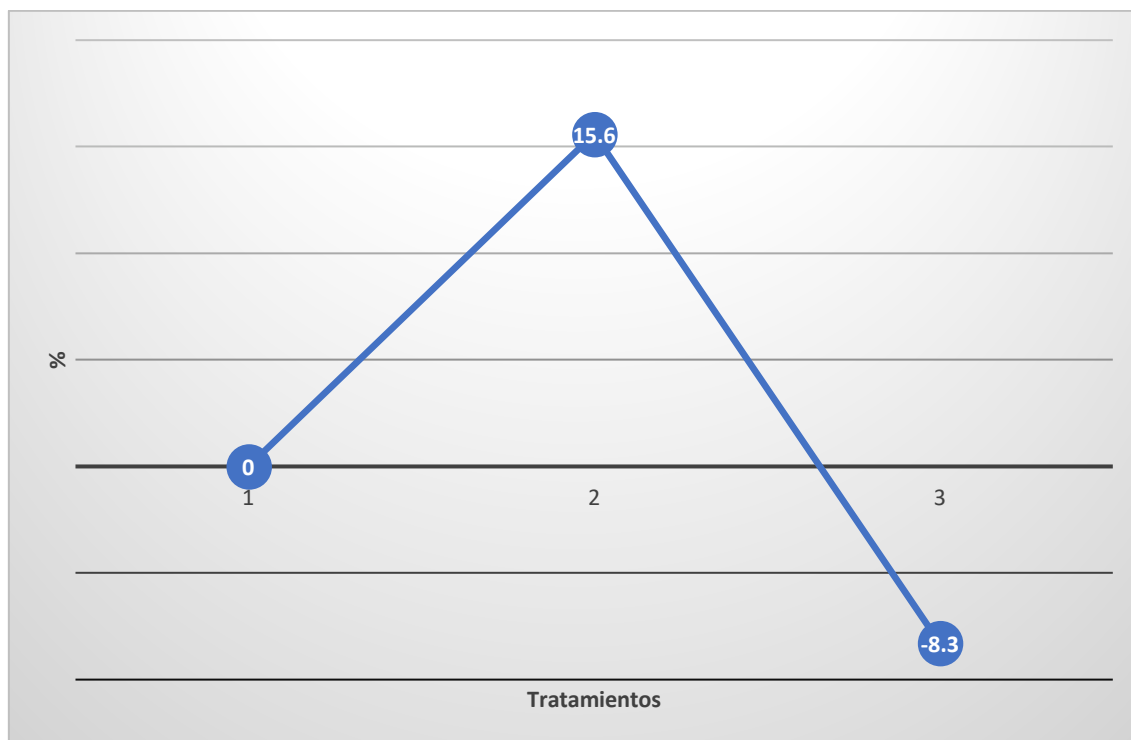
En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos con la conversión alimenticia de cerdos en crecimiento y acabado, que recibieron un producto a base de tomillo y algarrobo europeo en reemplazo del antibiótico promotor del crecimiento en el alimento.

**Tabla 5. Conversión alimenticia de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta**

Ítem	Tratamiento		
	1	2	3
Días experimentales	49	49	49
Cerdos	06	06	06
APC	Sí	No	No
Producto, %	No	0.10	0.20
Consumo total/ lote, Kg.	860.95	806.65	954.41
Incremento total de peso/ lote, Kg.	254	282	260
Conversión alimenticia	3.39	2.86	3.67
Comparativo porcentual	100.	84.4	108.3

Se apreció que el tratamiento más eficiente en la utilización del alimento para incrementar peso vivo fue el que suministró 0.1% del producto comercial evaluado; cuando se evaluó el incremento de peso con el tratamiento 3 se obtuvo una media ligeramente mejor que la del tratamiento control (testigo), lo que se logró con una considerable mayor cantidad de alimento, por lo que al determinar la conversión alimenticia de este tratamiento fue menos eficiente que la del tratamiento control. En la Figura 3 se presenta la tendencia de los tratamientos 2 y 3 con respecto al control; debido a esto la cifra para el control es cero. El tratamiento 2 fue 15.5% más eficiente que el control; en tanto que el tratamiento 3 fue 8.3% menos eficiente. Este resultado corrobora los obtenidos en simultáneo con el consumo de alimento y el incremento de peso; la mayor eficiencia del tratamiento 2 puede haber permitido que los animales exhibieran

menor consumo y no, necesariamente, de debería a un rechazo. En este ensayo, 0.2% del producto representó una proporción alta que interfirió con la eficiencia de utilización, lo que debería reflejarse en la parte económica.



**Figura 3. Eficiencia de la conversión alimenticia según tratamientos en comparación con el tratamiento control.**

Varios investigadores han indicado que el efecto de los fitobióticos se centra en el ambiente intestinal, ya sea controlando bacterias, desinflamando tejidos que fueron inflamados por acción microbiana o del resto de componentes del alimento, o bloqueando radicales libres evitando el deterioro de epitelio intestinal. Así mismo, se ha indicado que los compuestos contenidos en los fitobióticos tienen efecto sobre la producción y emisión de enzimas digestivos del cerdo permitiendo mejor utilización del alimento, incluso permitiendo reducción de la viscosidad de la digesta, facilitando la absorción y acelerando un poco la velocidad de tránsito a través del tracto gastrointestinal (Fresno y Rueda, 2021; Radzikowski y Milczarek, 2021; Omonijo et al., 2018; Sarayaharayana y Durga, 2018; Buragohain, 2017; Jacela et al., 2010).

Mejoras importantes en la conversión alimenticia en cerdos de diferentes edades han sido reportadas por Lin et al. (2020), Pieszka et al. (2017), Zeng et al. (2014), citados por Zeng et al. (2015), y Jansons et al. (2011). Sin embargo, aún cuando otros investigadores no han encontrado efecto sobre la conversión alimenticia, se ha indicado efectos sobre otros aspectos importantes de la producción porcina (reducción del síndrome PBE, mayor deposición de aminoácidos en la carne, entre otros).

### 3.4. Mérito Económico

En la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos con mérito económico de cerdos en crecimiento y acabado, que recibieron un producto a base de tomillo y algarrobo europeo en reemplazo del antibiótico promotor del crecimiento en el alimento.

**Tabla 6. Mérito económico de cerdos comerciales en engorde-acabado que recibieron un producto con tomillo y algarrobo europeo en la dieta**

Ítem	Tratamiento		
	1	2	3
Días experimentales	49	49	49
Cerdos	06	06	06
APC	Sí	No	No
Producto, %	No	0.10	0.20
Consumo total/ lote, Kg.	860.95	806.65	954.41
Inversión total en alimento/ lote, soles	1437.89	1347.10	1593.90
Incremento total de peso/ lote, Kg.	254	282	260
Mérito económico	5.66	4.78	6.13

Como en el caso de la conversión alimenticia, los resultados de mérito económico indicaron la conveniencia del empleo de 0.1% (Tratamiento 2) del producto en la alimentación de los cerdos y que el empleo de 0.2% (Tratamiento 3), en reflejo del mayor consumo y no tan grande incremento de peso, resultó contraproducente.

La eficiencia técnica y económica lograda con el tratamiento 2 es concordante con lo logrado por Del Carpio (2018) con cerdos recién destetados, siendo importante complementar la investigación con aspectos de la carcasa y de durabilidad de esta. Así como sobre el aspecto inmunológico.

Resulta evidente que es posible lograr resultados similares o superiores al emplear fitobióticos en reemplazo de los APC; sobre todo por el riesgo que implica su empleo para la salud humana. Con los fitobióticos, además de controlar patógenos (Evangeloupolou et al., 2019; Markovic et al., 2019; Aguiar et al., 2018; Suryaharayana y Durga, 2018; Buragohain, 2017; Rada et al., 2016) sino que también se ha podido determinar que determinados principios pueden reorientar las poblaciones microbianas hacia especies de tipo benéfico, como lactobacilos y bífidobacterias (Ruzauskas et al., 2020), lo que es muy importante para la salud y rendimiento animal.

Dado que también tienen una acción bacteriostática y bactericida, son antibióticos; por lo que se asumió que también podrían generar resistencia. Las investigaciones han mostrado que ello es muy poco probable por la forma de acción, a diferencia de los antibióticos fármacos, que actúan sobre uno o dos objetivos de los microbios, en el caso de los fitobióticos su acción es de varios objetivos por lo que los microbios difícilmente generan resistencia (Omonijo et al., 2018).

La ventaja de emplear productos completos o extractos radica en la múltiples acciones (inmunomodulador, antioxidante, desinflamante, estimulador de la digestión, etc., además de la acción contra los microbios) que son útiles para la salud y aspectos productivos de los animales, lo que no es muy factible de lograr con los principios aislados.

La investigación en estos principios y de otros para reemplazar a los APC definitivamente hacen que ya no sea sostenible la utilización cotidiana de los fármacos en el alimento animal y que los países en vías de desarrollo no los hayan asumido es muy preocupante.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Aceptar la hipótesis que indicó que la utilización del producto comercial de tomillo y algarrobo europeo en el alimento de cerdos en engorde – acabado permitió determinar el efecto sobre indicadores del rendimiento del crecimiento mejorándolos.
2. Con 0.1% del producto se evidenció reducción de 6.5% en la cantidad de alimento consumida, en tanto que con 0.2% la cantidad de alimento consumida fue de 10.9% superior, a lo registrado por el tratamiento control; concordándose con varios reportes que indicaron comportamiento contradictorio en la respuesta de la ingestión de alimento.
3. El incremento de peso fue mejorado ( $P<0.05$ ) con 0.1% del producto; el tratamiento con 0.2% y el control se comportaron de forma similar; la superioridad del tratamiento 2 con respecto al control fue de 11.1%.
4. Con 0.1% del producto se logró una mejora de 15% en la conversión alimenticia en comparación con el tratamiento control; con 0.2% la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo se deterioró en un poco más de 8%.
5. El mérito económico siguió tendencia similar a la conversión alimenticia.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Emplear 0.1% del producto comercial proveedor de tomillo y semillas de algarrobo europeo por permitir el logro de mejor incremento peso, más eficiente utilización del alimento para incrementar peso y en forma más económica en cerdos en engorde – acabado, sin emplear antibiótico promotor del crecimiento.
- 2.** Realizar investigación relacionada con el efecto sobre características de la carcasa.



## BIBLIOGRAFIA

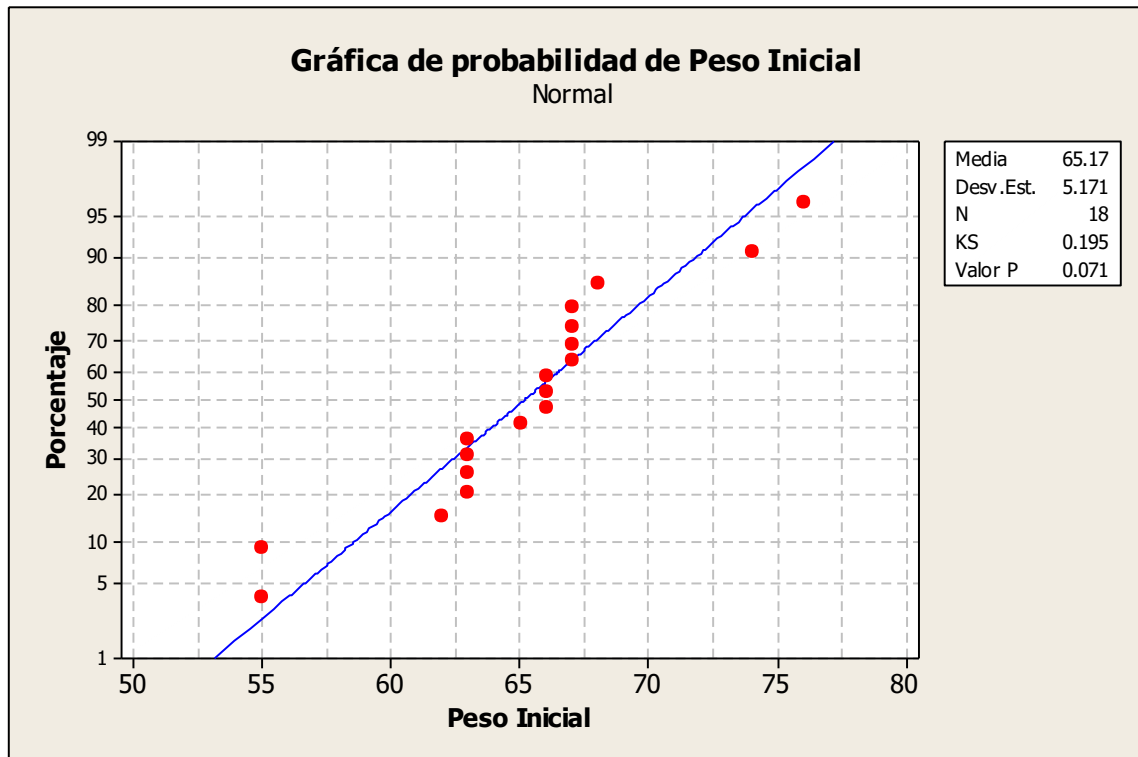
- Aguilar, F. C., de, Solarte, A. L., Tarradas, C., Luque, I., Maldonado, A., Galán-Reaño, A., and Huerta, B. (2018). Antimicrobial activity of selected essential oils against *Streptococcus suis* isolated from pigs. *MicrobiologyOpen*, 7:e613. <https://doi.org/10.1002/mbo3.613>
- Bagno, O. A., Prokhorov, O. N., Schevchenko, S. A., Schevchenko, A. I., and Dyadichkina, T. V. (2018). Use of phytobiotics in farm animal feeding (review). *Agricultural Biology*, 53 (4): 687-697. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.4.687
- Bunge, M. (1972). La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Buragohain, R. (2017). Phytobiotics as health promoters for productivity: Potentialities and limitations in livestock. *Livestock Research International*, 5(2): 23-27.
- Bustamante V., L. J. (2021). Cúrcuma (*Curcuma longa*) y extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) - semillas de *Ceratonía siliqua* en la dieta de pollos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Collantes, C. (2017). Suplementación de extractos comerciales de Tomillo (*Thymus vulgaris*) y de semillas de *Ceratonía siliqua* en la dieta de pollos de carne según edad. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Czech, A., Kowalczyk, E., and Grela, E. R. (2009). The effect of a herbal extract used in pig fattening on the animals’ performance and blood components. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*. Polonia. Vol. XXVII (2). DOI: 10.2478/v10083-009-0009-7
- Del Carpio H., S. R. B. (2018). Dieta suplementada con fitobióticos (*Thymus vulgaris* y *Ceratonía siliqua*) y su efecto en la acción nutricional y la salud intestinal de cerdos recién destetados, Chachapoyas, Perú. Tesis Maestro en Producción Animal. Escuela de Postgrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.
- Evangelopoulou, G., Solomakos, N., Ioannidis, A., Pexasa, A., and Burriel, A. R. (2019). A comparative study of the antimicrobial activity of oregano, rosemary, and thyme essential oils against *Salmonella* sp. *Biomedical Research and Clinical Practice*, 4: 1-7. Doi: 10.15761/BRCP.1000197
- Fresno Rueda, A., Samuel, R., and St. Pierre, B. (2021). Investigating the effects of phytobiotics based production on the fecal bacterial microbiome of weaned pigs. *Animals*, 11, 1950: 15 pp. <https://doi.org/10.3390/ani11071950>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Holanda, D. M., Kim, Y. I., Parnsen, W., and Kin, S. W. (2021). Phytobiotics with adsorbent to mitigate of multiple micotoxins on health and growth of pigs. *Toxins*: 13, 442. 12 pp. <https://doi.org/10.3390/toxins13070442>
- Huang, C. M. and Lee, T. T. (2018). Immunomodulatory effects of phytochemicals in chickens and pigs – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31 (5): 617-627. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0657>
- Jacela, J. Y., DeRouchey, J. M., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Renter, D. G., and Dritz, S. S. (2010). Feed additives for swine: Fact sheets-prebiotics and probiotics, and phytochemicals. *J. Swine Health Prod.*, 18(3): 132-136.

- Jansons, I., Jemeljavous, A., Konosonoka, I. H., Sterna, V., and Lujane, B. (2011). The influence of organic acid additive, phytoadditive and complex of organic acid additive on pig productivity, meat quality. *Agronomic Research*, 9 (Special Issue II): 389-394.
- Lin, Z.-n., Ye, L., Li, Z.-w., Huang, X.-n., Lu, Z., Yang, Y.-q., Xing, H.-w., Bai, J.-y., and Ying, Z.-y. (2020). Chinese herb feed additives improved the growth performance, meat quality, and nutrient digestibility parameters of pigs. *Animal Model Exp. Md.*, 3: 47-54. DOI: 10.1002/ame2.12104
- Long, c., Zhou, X., Wang, Q., Xie, C., Li, F., Fan, Z., Zhang, B., Ruan, Z., Chen, X., Wu, X., and Yin, Y. (2016). Dietary supplementation of *Lonicera macranthoides* leaf powder improves amino acid profiles in serum and *Longissimus thoracis* muscle of growing – finishing pigs. *Animal Nutrition*, 2: 271-275. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anim.2016.08.006>
- Markovic, R., Peric, D., Laudanovic, M., Baltic, B., Radulovic, S., Baltic, M. Z., and Sefer, D. (2019). Antimicrobial growth promoters in feed – possibilities and necessity. *Earth and Environmental Science* 333 (012029). Doi: 10.1088/1755-1315/333/1/012029
- McDowell, L. R., Conrad, J. H., Thomas, J. E., & Harris, L. E. (1974). Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Nowak, P., Kasprówicz-Potocka, M., Zaworska, A., Nowak, W., Stefanska, B., Sip, A., Grajek, W., Grajek, K., and Frankiewicz, A. (2019). The effect of combined feed additives on growing pigs' performance and digestive tract parameters. *Ann. Anim. Sci.*, 19(3): 807-819. DOI: 10.2478/aoas-2019-0030
- Omonijo, F. A., Ni, L., Gong, J., Wang, Q., and Lahaye, L. (2018). Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production. *Animal Nutrition*, 4: 126-136. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.001>
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Limusa. México. 629 pp.
- Paskudska, A., Kolodziejczyk, and Socha, S. (2018). The use of herbs in animal nutrition. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*, 17(2): 3-14. DOI: 10.21005/asp.2018.17.2.01
- Pieszka, M., Szczvrek, P., Bederska-Lojewska, D., Migdal, W., Pieszka, M., Gogol, P., and Jagusiak, W. (2017). The effect of dietary supplementation with dried fruit and vegetable pomaces on production parameters and meat quality in fattening pigs. *Meat Sciences*, 126: 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.016>
- Rada, O.-A., Ostan, M., and Cretescu, I. (2016). Protection of thin intestine mucous with phytobiotics in swine. *Research Journal of Agricultural Science*, 48(2): 93-98.
- Radzikowski, D. and Milczarek, A. (2021). Selected feed additives used in pig nutrition. *Journal of Central European Agriculture*, 22(1): 54-65. DOI: /10.5513/JCEAS01/22.1.2927
- Ruzauskas, M., Bartkiene, E., Stankevicius, A., Bernatoniene, J., Zadeike, D., Lele, V., Starkute, V., Zavistanaviciute, P., Grigas, J., Zokaityte, E., Pautienius, A., Juodeikiene, G., and Jakstas, V. (2020). The influence of essential oils on gut microbial profiles in pids. *Animals*, 10,1734. Doi: 10.3390/ani10101734
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Soto, J., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Woodworth, J. C., DeRouchey, J. M., and Goodband, R. D. (2017). Evaluation of dietary phytogenics on growth performance and carcass characteristics of pigs during the growing – finishing phase. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 3(7). <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7498>

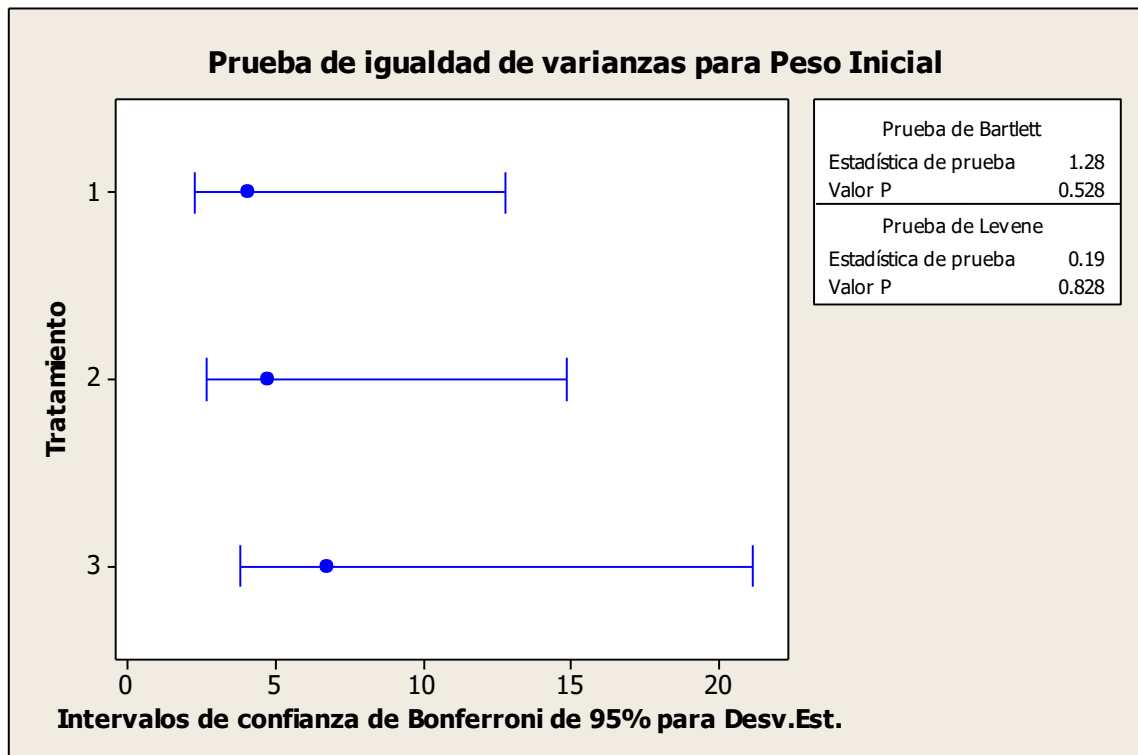
- Suryanarayana, M. V. A. N. and Durga, S. (2018). Role of phytogetic feed additives in swine production – A Review. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(3): 1071 – 1078. <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/3.3.46>
- Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., and Piao, X. (2015). Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6: 7. DOI: 10.1186/s40104-015-0004-5
- Zhai, H., Liu, H., Wang, S., Wu, J., Klunter, A.-M. (2018). Potential of essential oils for poultry and pigs. *Animal Nutrition*, 4: 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>
- Zhekova, G., Dzhurmanski, A., and Vikolov a, M. (2011). Essential oil content and composition of thyme “German Winter”. *Agricultural Science and Technology*, 3(2): 123-125. ISSN 1313-8820

## ANEXOS

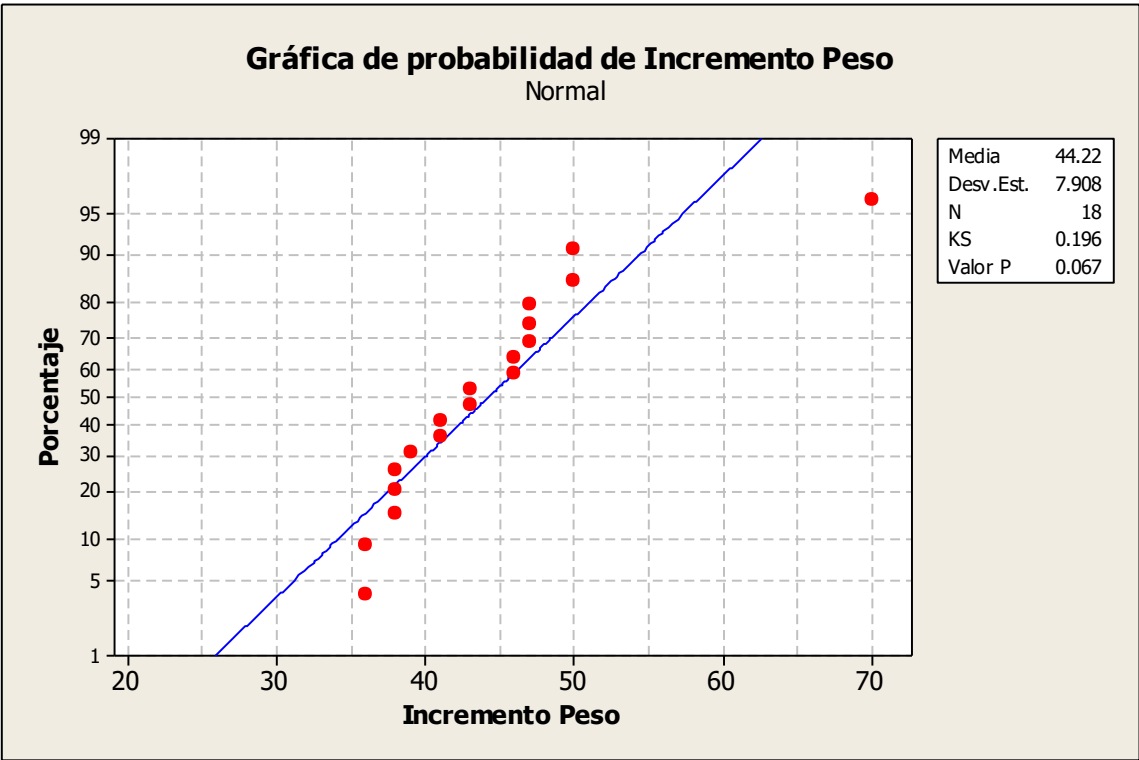
### Anexo 1. Prueba de normalidad con los datos iniciales



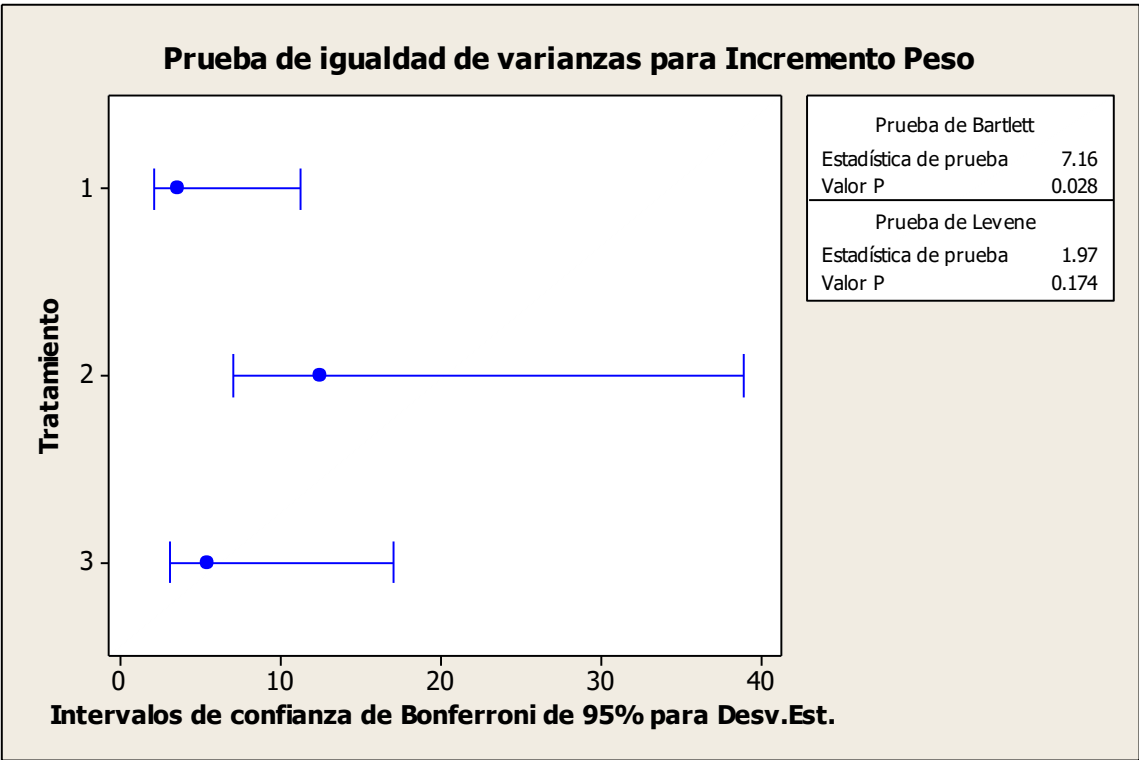
### Anexo 2. Prueba de homogeneidad de varianzas con la información inicial



Anexo 3. Prueba de normalidad con los incrementos de peso



Anexo 4. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso



# Anexo 5. Análisis de varianza con los incrementos de peso

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significación
Media	34848.00	1	----		
Tratamientos	425.33	2	212.665	3.22	P>0.05
Residual	990.67	15	66.0447		
Total	36264.00	18			

CV = 18.4%

# Anexo 6. Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos de peso (Y)

Fuente de Variación	GL	Suma de cuad. y product.			Desv. respecto a regresión		
		$\Sigma x^2$	$\Sigma xy$	$\Sigma y^2$	$\Sigma y^2 - \Sigma xy / \Sigma x^2$	GL	CM
Tratamientos	2	28.00	- 44.76	425.33			
Residual	15	426.50	301.00	990.63	778.20	14	55.59
Total	17	454.50	256.33	1415.96	1271.34	16	-----
Diferencias para probar entre medias ajustadas de Tratamientos					493.14	2	246.57

$F_{COV.} = 4.43^*$

$F_{REG.} = 3.82^*$

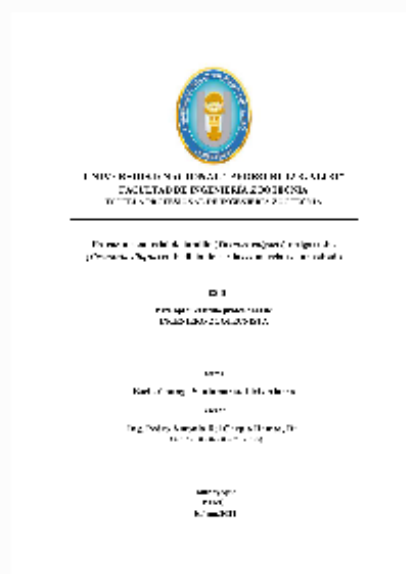
Valores corregidos por covarianza (b=0.7057)

	T1	T2	T3
Media de $X_i$	66.5	63.5	65.5
Diferencia de media de $X_i$ con media X	1.34	-1.66	0.34
b x diferencia de medias	0.95	-1.17	0.24
Media de $Y_i$	42.3	47.0	43.3
Media de $Y_i$ (corregida)	41.35 <sup>b</sup>	48.17 <sup>a</sup>	43.06 <sup>b</sup>



The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Elvis Alonso Chunga Santamaría  
Assignment title: Quick Submit  
Submission title: Extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo (...  
File name: Tesis\_Elvis\_Chunga.pdf  
File size: 940.03K  
Page count: 61  
Word count: 14,852  
Character count: 79,580  
Submission date: 12-Sep-2021 04:01 PM (UTC-0500)  
Submission ID: 1646625952



## Extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de cerdos comerciales en acabado

### INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	9%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	2%
2	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	www.actualidadporcina.com Fuente de Internet	1%
4	www.3tres3.com Fuente de Internet	1%
5	www2.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	cip.org.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%



# Extracto comercial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la dieta de cerdos comerciales en acabado

*por* Elvis Alonso Chunga Santamaría

---

**Fecha de entrega:** 12-sep-2021 04:01p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1646625952

**Nombre del archivo:** Tesis\_Elvis\_Chunga.pdf (940.03K)

**Total de palabras:** 14852

**Total de caracteres:** 79580



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION PECUARIA**



“ Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

**CONSTANCIA DE SIMILITUD**

**N° 002-2023-VIRTUAL-UIP-FIZ**

**EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, HACE CONSTAR:**

Que, el Bachiller: **Elvis Alonso Chunga Santamaría**, de la escuela profesional de Ingeniería Zootecnia, ha cumplido con presentar la **SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS (TURNITIN)**; como requisito indispensable para la sustentación de la tesis; según detalle:

**TITULO: “Extracto comercial de tomillo (Thymus vulgaris) y algarrobo (Ceratonia siliqua) en la dieta de cerdos comerciales en acabado”**

**INDICE DE SIMILITUD: 10%**

**ASESOR : Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.**

Se expide la presente, para la tramitación del Título Profesional; dispuesto en la **Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG.**

Lambayeque, 26 de enero de 2023

Atentamente,

**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez Dr.**  
Unidad de Investigación Pecuaria



c.c Archivo