



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

**Respuesta productiva de cerdos (25-95 kilos) con extracto comercial de
Echinacea purpurea en el alimento y agua de bebida**

TESIS

**Presentada como requisito para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor

Bach. DIAZ GONZALES, GEDEON

Asesor

Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.

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

Lambayeque [07/ julio/ 2022]

Respuesta productiva de cerdos (25-95 kilos) con extracto comercial de *Echinacea purpurea* en el alimento y agua de bebida

TESIS

**Presentada como requisito para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor: DIAZ GONZALES, GEDEON

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

**Ing. Pomares Neira, Carlos Herbert, M. Sc.
Presidente**



**Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr.
Secretario**



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



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





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 008- 2022/FIZ

Siendo las 7:00 pm del día jueves 7 de julio de 2022, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 085-2022-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 5 de julio de 2022, que autoriza la sustentación virtual de la tesis “RESPUESTA PRODUCTIVA DE CERDOS (25-95 kilos) CON EXTRACTO COMERCIAL DE Echinacea purpurea EN EL ALIMENTO Y AGUA DE BEBIDA” presentado por el bachiller GEDEON DIAZ GONZALES, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/emw-ydph-pso> los miembros de jurado designados por Resolución N° 079-2019-CF/FIZ del 2 de setiembre de 2019: Ing. Carlos Herber Pomares Neira, MSc. (Presidente); Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Secretario); Ing. Beatriz Del Pilar Colter Apaza, MSc. (Vocal) e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. (Patrocinador); para dictaminar sobre la sustentación del trabajo de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 066-2020-FIZ/D de fecha 13 de marzo de 2020.

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: <https://meet.google.com/gvj-gavm-qui?authuser=0> para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: “RESPUESTA PRODUCTIVA DE CERDOS (25-95 kilos) CON EXTRACTO COMERCIAL DE Echinacea purpurea EN EL ALIMENTO Y AGUA DE BEBIDA” presentado por el bachiller GEDEON DIAZ GONZALES; habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 16.41 equivalente al calificativo de BUENO; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia GEDEON DIAZ GONZALES, se encuentra APTO para optar el Título Profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 8:00pm horas se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesor.

Ing. Carlos Herber Pomares Neira, MSc.
Presidente

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Secretario

Ing. Beatriz Del Pilar Colter Apaza, MSc.
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, DIAZ GONZALES, GEDEON, investigador principal, y DEL CARPIO RAMOS, PEDRO ANTONIO, asesor, del trabajo de investigación **Respuesta productiva de cerdos (25-95 kilos) con extracto comercial de *Echinacea purpurea* en el alimento y agua de bebida**, 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, mayo de 2022.



DIAZ GONZALES, GEDEON

DNI 77438687



DEL CARPIO RAMOS, PEDRO ANTONIO

DNI 1640725

Asesor

DEDICATORIA

***A mi querido “Malano”; quien
como un padre tomó mi mano en
cada etapa de mi vida.***

***A mis padres, MARÍA BEATRIZ y
SALVADOR, por su gran ejemplo,
empeño y esfuerzo, para poder
llegar a cumplir una de mis metas
más importantes.***

***A mi novia, Rubith, por inspirarme
y ayudarme a tomar la decisión de
realizar este gran paso.***

AGRADECIMIENTO

***A la granja de producción porcina
“Los buenos Díaz” y a mis
hermanos por permitirme aplicar
mis conocimientos en la
ejecución de este proyecto.***

***También al Dr. Ing. Pedro Antonio
Del Carpio Ramos por guiarme y
asesorarme para poder cumplir
este reto.***

Resumen

La *Echinacea purpurea* es una especie vegetal de la que se investiga con intensidad su efecto sobre la salud humana, principalmente a nivel de sistema inmunológico y problemas respiratorios; debido a su potencial efecto positivo sobre la salud se está extendiendo su uso en animales domésticos de interés zootécnico y se asume que se vincularía al rendimiento animal. En el presente ensayo, quince cerdos de 20 kilos de peso inicial, de ambos sexos, fueron lotizados homogéneamente en tres tratamientos evaluando el efecto de un extracto comercial de *E. purpurea* suministrado a través del agua de bebida y del alimento, frente a un control, el ensayo finalizó cuando los cerdos alcanzaron 85 kg. El extracto no afectó negativamente el consumo de alimento; las diferencias en los incrementos de peso no alcanzaron significación estadística ($P>0.05$); se apreció un efecto beneficioso sobre la conversión alimenticia en los períodos finales del ensayo, notándose un proceso de acostumbramiento; el rendimiento de carcasa fue similar en los tres tratamientos, sin embargo, se notó una reducción importante (7.4%) en el espesor de grasa dorsal. El extracto de equinácea, tanto en el agua como en el alimento, propició reducción en el tamaño del hígado y de los riñones; en el caso del bazo, en el agua se incrementó (3%) el tamaño y en el alimento se redujo (34%). El extracto no ocasionó incremento en la longitud de las vellosidades intestinales duodenales, criptas de Lieberkühn y relación longitud: profundidad. Es recomendable realizar investigaciones bajo condiciones de desafío sanitario y en aspectos de la carcasa.

Palabras clave: *Echinacea purpurea*; extracto; cerdos, alimentación; rendimiento.

Abstract

Echinacea purpurea is a plant species whose effect on human health is intensively investigated, mainly at the level of the immune system and respiratory problems; due to its potential positive effect on health, its use is being extended in domestic animals of zootechnical interest and it is assumed that it would be linked to animal performance. In the present trial, fifteen pigs of 20 kilos of initial weight, of both sexes, were divided homogeneously in three treatments, evaluating the effect of a commercial extract of *E. purpurea* supplied through drinking water and feed, compared to a control, the trial ended when the pigs reached 85 kg. The extract did not negatively affect feed intake; the differences in weight gains did not reach statistical significance ($P>0.05$); a beneficial effect on feed conversion was observed in the final periods of the trial, noting a process of habituation; carcass yield was similar in the three treatments, however, a significant reduction (7.4%) in backfat thickness was noted. The echinacea extract, both in the water and in the food, caused a reduction in the size of the liver and kidneys; in the case of the spleen, in the water the size increased (3%) and in the food it was reduced (34%). The extract did not cause an increase in the length of the duodenal intestinal villi, crypts of Lieberkühn and length: depth ratio. It is advisable to carry out investigations under conditions of sanitary challenge and in aspects of the carcass.

Keywords: *Echinacea purpurea*; extract; pigs; feeding; performance.

ÍNDICE		
N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	vii
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	04
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	04
	1.2. Lugar y Duración	04
	1.3. Tratamientos Evaluados	04
	1.4. Animales Experimentales	05
	1.5. Alimento Experimental	05
	1.6. Instalaciones y Equipo	06
	1.7. Técnicas Experimentales	06
	1.8. Variables Evaluadas	09
	1.9. Evaluación de la Información	09
II	MARCO TEÓRICO	11
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	11
	2.1.1. Los fitobióticos en la alimentación animal	11
	2.1.2. La mucosa intestinal y el sistema inmunitario	15
	2.1.3. La <i>Echinacea purpurea</i>	19
	2.1.4. La <i>Echinacea purpurea</i> en porcinos	23
	2.2. Bases Teóricas	30
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
	3.1. Consumo de Alimento	32
	3.2. Peso y Cambios de Peso	32
	3.3. Conversión Alimenticia	34
	3.4. Rendimiento de Carcasa y Órganos	36
	3.5. Histometría Intestinal	39
IV	CONCLUSIONES	43
V	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	45
	ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Composición (%) de las raciones para crecimiento y acabado</i>	05
2	<i>Esquema del análisis de varianza para el Diseño Completamente al Azar</i>	10
3	<i>Pesos y cambios de peso (kg) de cerdos que recibieron E. purpurea en el agua y el alimento</i>	33
4	<i>Conversión alimenticia de cerdos que recibieron E. purpurea en el agua y el alimento</i>	34
5	<i>Peso y rendimiento de carcasa y órganos de cerdos que recibieron E. purpurea en el agua y el alimento</i>	36
6	<i>Longitud (L) de vellosidades duodenales, profundidad (P) de criptas de Lieberkühn y relación L/ P de cerdos que recibieron E. purpurea en el agua y el alimento (µm)</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos, dentro de períodos, para conversión alimenticia</i>	35
2	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de órganos y medida de espesor de grasa dorsal según tratamientos</i>	38
3	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para los indicadores histométricos</i>	40
4	<i>Microfotografía de tejido epitelial del duodeno indicando las mediciones</i>	41

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Prueba de normalidad del peso al empezar el ensayo	47
2	Prueba de varianzas iguales: Peso inicial vs. Tratamiento	47
3	Prueba de normalidad del incremento de peso en el período de “inicio”	48
4	Prueba de varianzas iguales: Incremento inicio vs. Tratamiento	48
5	ANOVA unidireccional: Incremento inicio vs. Tratamiento	49
6	Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el período de “crecimiento 1”	49
7	Prueba de varianzas iguales: Incremento crecim. 1 vs. Tratamiento	49
8	ANOVA unidireccional: Incremento crecim. 1 vs. Tratamiento	50
9	Prueba de normalidad con el incremento de peso en el período de “crecimiento 2”	50
10	Prueba de varianzas iguales: Incremento crecim. 2 vs. Tratamiento	50
11	ANOVA unidireccional: Incremento crecim. 2 vs. Tratamiento	51
12	Prueba de normalidad con el incremento de peso en el período de “acabado”	51
13	Prueba de varianzas iguales: Incremento acabado vs. Tratamiento	51
14	ANOVA unidireccional: Incremento acabado vs. Tratamiento	52
15	Prueba de normalidad con el incremento de peso “acumulado”	52
16	Prueba de varianzas iguales: Incremento acumulado vs. Tratamiento	52
17	ANOVA unidireccional: Incremento acumulado vs. Tratamiento	53
18	Prueba de normalidad para la longitud de vellosidades intestinales duodenales	53
19	Prueba de varianzas iguales: Longitud vs. Tratamiento	54
20	ANOVA unidireccional: Longitud vs. Tratamiento	54
21	Prueba de normalidad para la profundidad de criptas de Lieberkuhn duodenales	55
22	Prueba de varianzas iguales: Profundidad vs. Tratamiento	55
23	ANOVA unidireccional: Profundidad vs. Tratamiento	55
24	Prueba de normalidad para la relación longitud: profundidad	56
25	Prueba de varianzas iguales: L/ P vs. Tratamiento	56
26	ANOVA unidireccional: L/ P vs. Tratamiento	56

INTRODUCCIÓN

Existe una tendencia mundial en la población humana de mejorar la calidad de su alimentación con la finalidad de lograr mejor calidad de vida, lo que implica la ingestión de alimentos inocuos. Dentro de este campo de la inocuidad, en los países desarrollados se prohibió el empleo de antibióticos promotores del crecimiento (APC) en las dietas de animales domésticos de interés zootécnico debido a su vinculación con el desarrollo de antibiótico-resistencia en las bacterias del tracto gastrointestinal (TGI), lo que conduce a pobres respuestas en los procesos terapéuticos para controlar diferentes tipos de enfermedades causados por bacterias.

Según Gallois et al. (2009), la adición de dosis subterapéuticas de antibióticos al alimento fue ampliamente utilizada en la industria porcina para mejorar la eficiencia productiva. Se utilizaron no solo para mejorar el crecimiento, sino también para controlar infecciones entéricas durante períodos críticos como el destete.

Esta prohibición dentro del mundo desarrollado ha ocasionado una tendencia parecida dentro de los países en vías de desarrollo, por lo que se espera que en un futuro no muy lejano el no uso de APC sea una estrategia globalizada. Sin embargo, dejar de usar estos fármacos sintéticos puede representar un deterioro en los niveles productivos alcanzados por diferentes especies animales, como en los cerdos, por lo que es prioritario determinar reemplazantes que permitan sostener la productividad lograda.

Entre los diferentes candidatos reemplazantes de los APC se encuentran algunas especies vegetales que poseen sustancias químicas capaces de mejorar la respuesta inmunológica, activar sistemas antioxidantes para bloquear radicales libres, controlar las poblaciones bacterianas del TGI, iniciar procesos desinflamantes en caso de acciones

inflamatorias de diferentes partes del organismo, entre otras acciones benéficas, por las que se les conoce como nutracéuticos, fitobióticos, fitogénicos o alimentos funcionales; sus efectos positivos permitirían que los animales mantengan altos niveles productivos sin recurrir a fármacos. Gheisar y Kim (2017) indicaron que los muchos modos posibles de acción de estos productos implican la modulación del ambiente y morfología intestinal de los animales.

Estas sustancias inmunomoduladoras utilizadas como aditivos deben cumplir una variedad de propiedades, Gallois et al. (op. cit.) consideran que desde un punto de vista técnico tienen que ser resistentes a los procesos utilizados en la fabricación de raciones; desde un punto de vista regulatorio, deben ser seguros para los animales de granja y no deben afectar la seguridad alimentaria; también deben compartir una imagen positiva hacia el público, que es cada vez más sensible a las consideraciones éticas y cuya opinión influye en la legislación.

Formulación del problema

Se ha documentado que la especie *Echinacea purpurea* es poseedora de principios de acción nutracéutica que cumplen con las funciones indicadas, por lo que es pertinente plantear la siguiente interrogante: ¿Podrá el empleo de un extracto comercial de *Echinacea purpurea* suplementado a través del agua de bebida o en la dieta de cerdos comerciales (25-85 kilos) permitir el logro de indicadores productivos adecuados?

Para responder a la interrogante, en la presente investigación se asumió la siguiente **hipótesis**: La suplementación con un extracto comercial de *Echinacea purpurea* a través del agua de bebida o de la dieta permitirá lograr adecuada respuesta productiva (incremento de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, e histometría intestinal) en cerdos comerciales (25-85 kilos).

Objetivos:

Se consideró el siguiente **objetivo general**: Determinar y evaluar el rendimiento y características anatómicas de cerdos comerciales (25-85 kilos) que reciben un extracto comercial de *Echinacea purpurea* en el agua o en la dieta reemplazando al APC.

Con los siguientes **objetivos específicos**:

1. Evaluar el consumo de alimento.
2. Determinar y evaluar el incremento de peso corporal.
3. Determinar y evaluar la conversión alimenticia.
4. Determinar y evaluar el rendimiento de carcasa.
5. Evaluar el peso observado y relativo de hígado, riñones y bazo.
6. Evaluar la longitud de vellosidades intestinales, profundidad de criptas de Lieberkhum y relación longitud: profundidad en el duodeno.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

La investigación fue de tipo cuantitativo-propositivo; lo que se sustenta en que las observaciones se plasman en cantidades (consumo de alimento, incremento de peso, etc.) y como consecuencia del proceso investigativo se obtienen propuestas para la alimentación de cerdos en crecimiento-acabado.

Debido a que hubo manejo de la variable independiente (presencia del insumo de interés en el alimento o en el agua) para determinar su efecto sobre variables dependientes (consumo de alimento, incremento de peso, etc.) la investigación fue experimental.

Para establecer lo anterior se tomó como referencia la publicación de Maletta (2015), *Hacer Ciencia. Teoría y práctica de la producción científica*.

1.2. Lugar y Duración

La fase de campo de la presente investigación se desarrolló en la granja porcina Los Buenos Díaz, ubicada en el distrito de Mochumí, provincia y departamento de Lambayeque.

El distrito de Mochumí se encuentra en la parte media del valle del río Chancay, a 27 km de la ciudad de Chiclayo y 17 de la ciudad de Lambayeque. El clima predominante en el distrito es el típico de la costa semidesértica, con escasa precipitación pluvial (excepción de los veranos en que se presenta el fenómeno del niño) y con temperaturas que superan fácilmente los 30°C durante el verano y alrededor de 20°C durante el invierno. Con porcentajes de saturación acuosa del aire relativamente bajos (Aznarán, 2019).

1.3. Tratamientos Evaluados

La presente investigación se planteó a través de tres grupos de tratamientos, que fueron los siguientes:

T₁: Testigo, dieta sin APC

T₂: Dieta con *E. purpurea* en el agua

T₃: Dieta con *E. purpurea* en el alimento

1.4. Animales Experimentales

Se empleó 15 cerdos comerciales (LYP) con un peso promedio de 20 kilos, de ambos sexos; homogéneos en peso corporal y en aparente buen estado de salud. Los animales procedieron del pie de cría de la granja, por lo que se asumió la homogeneidad en la composición genética productiva. El ensayo finalizó cuando los cerdos en promedio 85 kilos de peso vivo.

1.5. Alimento Experimental

Se empleó dos raciones, la primera para el Crecimiento y la segunda para el Acabado; en la Tabla 1 se consigna la composición porcentual de las mismas.

Tabla 1.

Composición (%) de las raciones para crecimiento y acabado

Insumos	Crecimiento	Acabado
Maíz amarillo	71.25	57.00
Soja, torta	10.20	11.00
Pescado, harina	06.00	-----
Trigo, afrecho	-----	17.00
Arroz, ñelén	10.00	11.00
Aceite	00.50	02.50
Sal común	00.30	00.30
Bicarbonato de sodio	00.05	00.05
Premezcla vitamínico mineral	00.10	00.10
Cloruro de colina	00.10	00.10
Toxibond Pro	00.25	00.10
Sulfato de cobre	00.05	00.03
Óxido de zinc	00.30	-----
Vequinax	00.06	00.06
Lisina	00.25	00.24
Metionina	-----	00.07
Treonina	00.03	00.03
Triptófano	00.01	-----
Carbonato de calcio	00.33	00.43
Fosfato dicálcico	00.22	00.15

El producto evaluado, conocido comercialmente como Vequinax®, se adquirió en una proveedora agroveterinaria de la ciudad de Chiclayo. Es descrito como extracto de *Echinacea purpurea* (eq. ácido chicórico 0.4g), que estimula el sistema de defensa inmunológico; mejora la inmunidad celular y humoral, estimulando la secreción de interferón y la capacidad de las células blancas; obteniéndose mayor título de anticuerpos, lográndose mejora en la respuesta inmunológica post vacunación.

1.6. Instalaciones y Equipo

- Corrales de material noble
- Comederos de cemento y bebederos de chupón
- Balanza electrónica con capacidad de 500 kilos
- Balanza electrónica con capacidad de 5 kilos y 0.1 g de aproximación
- Equipo para sacrificio y eviscerado de cerdos
- Equipo de muestreo de intestino
- Palana y sacos de polipropileno

1.7. Técnicas Experimentales

Cada uno de los cerdos se identificó y pesó al inicio y cada 14 días, hasta que alcanzaron alrededor de 85 kilos de peso corporal, lo que no afectó el comportamiento de los tratamientos; inicialmente se propuso llevar el ensayo hasta el momento en que los cerdos alcanzaran 95 kilos. Se albergaron en corrales de material noble, con piso de concreto, los que se limpiaron y desinfectaron; el desinfectante fue un producto comercial a base de gluteraldehído y amoniocuaternario.

Los corrales estuvieron provistos de comederos de tipo chupón y con comederos de concreto con separador de fierro corrugado.

El alimento se preparó en una plataforma de concreto, previamente limpiada y desinfectada, con una palana y se aplicó la metodología de mezclado progresivo para lograr la mayor homogeneización en la mezcla. El tratamiento 1 (testigo) recibió alimento sin APC; el tratamiento 2 recibió el mismo alimento, sin APC, el producto evaluado se incluyó en el agua de bebida (100 gramos por 200 litros de agua) por cuatro días consecutivos (una toma por día) y se suspendió durante los siguientes diez días, para volver a aplicarlo con la misma periodicidad; el tratamiento 3 recibió el producto a través del alimento (60 gramos por kilo de alimento), se preparó 100 kilos con la fórmula consignada en la Tabla 1 hasta que se acabaron, luego se suspendió por 10 días y nuevamente se suministró con la periodicidad indicada.

Finalizada la fase experimental se sacrificó seis cerdos (dos por cada tratamiento, un macho y una hembra) elegidos al azar; se obtuvo las carcasas, las que se pesaron y se midió el espesor de la grasa dorsal, a nivel que se encuentra entre la última y penúltima costilla (punto P2). Así mismo, se tomó muestras del duodeno (3 cm) y se guardaron en un depósito de plástico con formol al 10% y se trasladaron al laboratorio de patología de la Universidad Privada Antenor Orrego donde se preparó las muestras para la medición de la longitud de vellosidades intestinales y profundidad de criptas de Lieberkühn.

Ordóñez (2018) ha realizado una descripción detallada del procedimiento completo (desde la preparación de las muestras) para la histometría, la que en resumen es:

Muestras de 3-4 cm de asa intestinal (duodeno) y se conservan en formol al 10 %; luego (en el laboratorio) se realiza:

- Dos baños con alcohol de 70° por 1 hora cada uno.
- Dos baños con alcohol de 95° por 3 horas cada uno, hasta 21 horas con alcohol de 100° cambiándolo luego por alcohol-xilol, mezcla de ambas sustancias en proporciones iguales por media hora.

- Dos baños con xilol puro, de media hora cada uno, hasta que las muestras se vean transparentes.

Las muestras deshidratadas y aclaradas se incluyen en parafina, y se mantienen semilíquidas en estufa (60°C), se vierten luego en moldes hasta su solidificación a medio ambiente; obteniéndose el molde de parafina, seguidamente con un micrótopo de rotación se realizan los cortes de un espesor de 10 micras. Estos cortes se extienden en gelatina, se colocan en láminas portaobjetos y se llevan a la plancha a secar por 24 horas.

Se finaliza con la tinción núcleo citoplasmática empleando colorante de Hematoxilina y Eosina:

1. Des-parafinado en xilol por 5 minutos.
2. Des-parafinado en alcohol por 5 minutos.
3. Des-parafinado en alcohol de 95° por 5 minutos.
4. Des-parafinado en alcohol de 70° por 5 minutos.
5. Des-parafinado en agua destilada por 5 minutos.
6. Coloreado con hematoxilina por 2 a 3 minutos.
7. Lavado con alcohol de 95° por 1 minuto.
8. Deshidratación en alcohol absoluto por 5 minutos.
9. Aclaración en xilol mediante 3 cambios por 5 minutos cada uno.
10. Montaje de la muestra en una laminilla con una gota de Bálsamo de Canadá.

Se realiza la medición de la estructura de la mucosa intestinal (altura de vellosidades y profundidad de criptas) en los cortes fijados en las láminas, cada lamina con 3 cortes. De cada lámina se registran 10 medidas para cada estructura. La captura de imágenes se realiza utilizando un microscopio óptico binocular de la marca Primo Star, con cámara fotográfica Carl Zeiss incorporada y conectada a un computador; la medición se realiza utilizando el software Zen 2012 de Carl Zeiss.

Se pesó los riñones, el bazo y el hígado; empleando una balanza electrónica con precisión de 0.1 g.

Durante todo el ensayo se mantuvo un programa de bioseguridad con la finalidad de evitar la presentación de problemas sanitarios; la granja respeta todas las normas sanitarias (vacunaciones, desinfecciones, aislamiento, etc.) emanadas por el órgano competente (SENASA).

1.8. Variables Evaluadas

- Consumo de alimento (diferencia entre la oferta y el residuo)
- Peso e incremento de peso, kg. (diferencia de peso entre períodos de 14 días)
- Conversión alimenticia (kilos de alimento consumido/ kilo de peso incrementado)
- Rendimiento de carcasa, % $[(\text{Peso carcasa} / \text{peso vivo}) \times 100]$
- Espesor de grasa dorsal, cm.
- Peso observado y relativo de órganos internos (bazo, riñones, hígado), g. El peso relativo con relación al peso de la carcasa, peso del órgano por cada 100 gramos de carcasa $[(\text{peso del órgano} / \text{peso de carcasa}) \times 100]$.
- Longitud (L) de vellosidades intestinales, μm .
- Profundidad (P) de criptas de Lieberkühn, μm .
- Relación L/ P.

1.9. Evaluación de la Información

Se consideró el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

$$\mathbf{H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3}$$

H₁: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE

Las hipótesis se contrastaron mediante un Diseño Irrestrictamente al Azar; descrito por el siguiente modelo aditivo lineal:

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

En el que:

Y_{ij} , es la variable evaluada;

μ , es el verdadero efecto medio;

τ_i , es el verdadero efecto del i ésimo tratamiento;

ξ_{ij} , es el verdadero efecto del error experimental.

Se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1981).

Se aplicó, Prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov con los pesos iniciales y los incrementos de peso.

Prueba de Levene de homogeneidad de varianzas, con los pesos iniciales y los incrementos de peso.

Análisis de la varianza (Tabla 2); sólo cuando el valor de F fue significativo se procedió a la aplicación de prueba de rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$).

Tabla 2.

Esquema del análisis de varianza para el Diseño Completamente al Azar

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Media	M_{yy}	1	M	
Tratamientos	T_{yy}	$t-1 = 2$	T	T/ E
Residual	E_{yy}	$t(n-1)=12$	E	
Total	ΣY^2	$tn = 15$		

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. Los fitobióticos en la alimentación animal

Gheiser y Kim (2017) indicaron que los aditivos alimenticios fitogénicos, también conocidos como herbales o fitobióticos, han sido utilizados tradicionalmente en diferentes tratamientos y podrían constituirse en una alternativa a los antibióticos sintéticos. Así mismo, indican que el empleo de estos aditivos en la alimentación avícola y porcícola ha manifestado un gran incremento recientemente; si se les compara con los ácidos orgánicos y probióticos, son relativamente novedosos, por este motivo el conocimiento sobre sus modos de acción y aspectos de aplicación aún es limitado.

Bagno et al. (2018) consideraron que el uso de fitobióticos se corresponde totalmente a la ideología de la producción agrícola limpia y a la misión de mejorar la calidad de vida de las personas. Para el caso de la realidad rusa indican que su uso muy limitado se debe al mercado subdesarrollado de productos nacionales de este grupo, al alto precio de los aditivos alimenticios fitobióticos importados y a la falta de prohibición del empleo de antibióticos promotores del crecimiento (APC) en Rusia. Lo indicado por estos autores es una situación muy parecida a la de América Latina, en la que las prohibiciones a los APC no existen.

Pero, la interrogante de rigor es ¿qué hace a los aditivos alimenticios fitogénicos prometedores? Mahfuz et al. (2021) indicaron que en la actualidad la demanda del consumidor por alimentos de origen animal que sean seguros se está incrementando y por esta razón los científicos en ciencia animal han desarrollado un importante programa de investigación en las propiedades de aditivos naturales, resaltándose el contenido en fenoles de estos aditivos. La misma fuente indica que los fenoles son productos secundarios del

metabolismo de las plantas y se pueden definir como *cualquier compuesto que tiene un anillo de benceno con uno (fenol) o más (polifenol) grupos hidroxilo como ésteres, metiléster, etc.* Complementan la definición indicando que se caracterizan por sus importantes actividades antioxidantes; entre otras propiedades benéficas adicionales se incluyen inmunoestimulación, antiinflamación, conservación o mejora de la salud intestinal y actividad antimicrobiana. Sin embargo, mencionan que, a pesar de la gran atención de investigación en nutrición y medicina humana, los científicos en ciencia animal todavía los están reconociendo como aditivos alimenticios efectivos. No obstante, consideran que, con la excepción de algunos miembros de la familia de los fenoles (taninos, saponinas, alcaloides tóxicos) la gran mayoría de ellos no han mostrado propiedades antinutricionales en las dietas de animales ensayadas.

En la actualidad se deben identificar alrededor de 8000 estructuras de compuestos fenólicos; los comúnmente conocidos incluyen: ácido fenólico, flavonoides, taninos, avenantramidas, alquiorescinoles, proantocianidinas oligoméricas y lignanos, etc. La fuente se encuentra principalmente en tejidos vegetales, futas, árboles y sus extractos (Hanczakowska y Swiatkiewicz, 2012; Mahfuz et al., 2021).

Las hierbas pueden utilizarse como partes deshidratadas de las plantas o como extractos preparados mayormente utilizando agua o etanol como solventes; tales extractos son más prácticos que las hierbas deshidratadas debido a su mayor contenido de sustancias activas y más fácil aplicación (Hanczakowska y Swiatkiewicz, 2012); estos mismos autores indican que los *efectos positivos de las hierbas en la alimentación porcina fueron reportados por Mellor (2000)...*, *los efectos benéficos de hierbas adicionadas a la mezcla de alimentos para cerdos en engorde sobre las ganancias de peso, contenido de la carcasa y calidad de la carne fueron notados por Szewczyk et al. (2006) y Hanczakowska et al. (2007).*

La acción de los compuestos fenólicos como promotores del crecimiento, antioxidantes, promotores de la función inmune y antimicrobianos ha sido descrita por diferentes investigadores (Mahfuz et al., 2021), indicándose que:

El mecanismo de los compuestos fenólicos que pueden actuar como promotores del crecimiento de los animales de granja, potenciando las secreciones de enzimas digestivos (enzimas digestivos endógenos, saliva, bilis y mucus) y disminuyendo la cantidad de bacterias patógenas del tracto gastrointestinal o al modular la morfología intestinal debido a sus funciones antioxidantes y antiinflamatorias; además, pueden mejorar el sabor y palatabilidad del alimento y, por lo tanto, aumentar el consumo y, consecuentemente, el rendimiento del crecimiento.

El papel promotor del crecimiento ... también se puede justificar al mejorar el estado del alimento, ya que la adición de fenoles en las dietas conduce a una mejor fermentación de las dietas, lo que resulta en una mayor absorción de nutrientes y funciones anabólicas directas o indirectas en los tejidos del huésped.

Sin embargo, el mecanismo de acción ... puede variar según su estructura, niveles de inclusión, farmacocinética, especie animal experimental, etapa productiva de los animales y duración del ensayo.

Con relación a la función antioxidante, la misma fuente indica que:

El modo de acción básico para el poder antioxidante de los compuestos fenólicos se relaciona con las propiedades reductoras, como la donación de hidrógeno o de electrones, que hacen que estos compuestos sean captadores de radicales libres. Además, tienen actividades quelantes de metales, especialmente hierro y cobre, y pueden suprimir la formación de radicales libres catalizados por metales. Esa función antioxidante depende del número de grupos hidroxilo, la posición y la relación con

los grupos funcionales carboxilo. Además, las propiedades antioxidantes están asociadas con la relación de función estructural, la glucosilación y los átomos de los anillos. La otra vía para este papel puede ser la disminución de DPPH con una concentración efectiva superior al 50% y la reducción de la reacción oxidativa de los lípidos con una concentración inhibitoria superior al 50% (IC50).

Los autores concluyen esta parte indicando que:

En resumen, la capacidad donadora de hidrógenos y electrones y la deslocalización de los electrones desapareados dentro del anillo fenólico constituyen el principal mecanismo de protección de las moléculas biológicas contra la oxidación.

Los radicales de oxígeno reactivo pueden atacar la superficie de la mucosa intestinal e impedir la absorción de nutrientes, en tanto que los antioxidantes juegan un papel vital en la neutralización de los radicales de oxígeno reactivo y mantener un mejor ambiente en la superficie intestinal.

Otra interrogante pertinente está relacionada con el ¿por qué se requiere de promotores del crecimiento y antioxidantes bajo adecuadas condiciones de crianza? Diferentes investigadores han asumido que en toda operación productiva a escala comercial siempre habrá desafíos para el organismo animal entre los que se encuentra el desequilibrio de la flora intestinal normal y la presentación de radicales libres.

Explicando la estimulación del sistema inmunológico en los animales, por parte de los compuestos fenólicos, Mahfuz et al. (2021) mencionan que:

Se ha vuelto de gran interés debido a su papel supresor de las prostaglandinas inflamatorias y la producción de óxido nítrico que podría disminuir el proceso inflamatorio. Estas propiedades antiinflamatorias constituyen uno de los principales objetivos para utilizar compuestos fenólicos en las dietas de los animales de granja.

El modo básico de acción ... es producir inmunoglobulina y secreción de citoquinas, aumentar la fagocitosis y reforzar la liberación de interferón- γ . Los polifenoles podrían activar las células mononucleares y aumentar la respuesta fagocítica al influir en las vías de señalización MAPK y el factor nuclear κB (NF- κB).

Una parte importante de la acción promotora del crecimiento se centra en el control de las bacterias intestinales de tipo patógeno, su control promovería la integridad intestinal y mejor uso de los nutrientes, ya que no se destinaría a procesos de reparación de epitelios sino a los de síntesis de tejidos, como el muscular; por lo que es importante saber cómo es que los compuestos fenólicos controlan a las bacterias de tipo patógeno, la misma fuente indica que esta acción:

... se basa en su naturaleza lipofílica que puede acumularse en la bicapa lipídica de la membrana celular bacteriana y las mitocondrias, lo que ocasiona una distracción de las funciones regulares. Adicionalmente, estos compuestos podrían aumentar la permeabilidad de la membrana interna, disminuir la producción de ATP e inhibir la ADN-girasa que involucra el mecanismo de síntesis de ADN y ARN de las bacterias. Además, el fenol provoca la homeostasis celular y provoca la muerte celular al perder iones, ya que la desnaturalización de la proteína celular es responsable de la muerte celular bacteriana. Además, el papel antimicrobiano de los compuestos fenólicos se debe a su estructura; los grupos hidroxilo (-OH) exhiben actividades bactericidas.

2.1.2. La mucosa intestinal y el sistema inmunitario

La respuesta que puedan tener los animales a los diferentes aditivos alimenticios naturales, entre los que se encuentran los fitobióticos, está muy relacionada con las características del epitelio intestinal que alberga estructuras que responden a los compuestos contenidos en ellos alimentos. Una descripción importante sobre esta parte del tracto gastrointestinal ha sido presentada por Gallois et al. (2009), de la que se ha extraído el siguiente resumen:

La respuesta inmunitaria a la administración oral de antígenos está condicionada por un sistema inmunitario bien desarrollado de la mucosa intestinal local. Por un lado, debe responder con vigor a los patógenos potenciales, en tanto que, por otro lado, las respuestas inapropiadas a los antígenos dietéticos y bacterias comensales pueden conducir a condiciones alérgicas e inflamatorias dañinas. En animales adultos, estas respuestas potencialmente dañinas están reguladas, a la baja, por un proceso conocido como tolerancia oral; pero, al nacimiento, el sistema inmunitario de la mucosa del lechón está poco desarrollado y se ha formulado la hipótesis de que esto puede dar lugar a respuestas inapropiadas a los alimentos y a los antígenos microbianos en el período posterior al destete.

La pared del intestino delgado porcino contiene las placas de Peyer (PP) en el yeyuno e íleon; en tanto que la PP yeyunal tiene varios centímetros de longitud y se ubica en el sitio anti mesentérico del intestino, la PP ileal es una banda continua de hasta 2 metros de longitud. Las PP yeyunales tienen folículos redondeados y un área de cúpula más grande. Las células de micropliegues (células M) están presentes en el epitelio asociado a folículos de ambos tipos de PP y desempeñan un papel especializado en la toma de muestras de antígenos de la luz intestinal. Su membrana celular apical micro plegada permite la captación de antígeno endocitósico, y con linfocitos ubicados en bolsillos de su membrana celular basolateral, es posible una

estrecha interacción de antígenos y linfocitos. De manera similar, los procesos celulares de las células dendríticas (CD) también se encuentran cerca de la membrana basolateral de las células M. Después de la captación y presentación de antígenos en las PP, los estudios de varias especies han demostrado que las células de las PP migran a través de la linfa mesentérica antes de regresar a las criptas de la lámina propia donde se diferencian en células plasmáticas productoras de inmunoglobulina (Ig).

La lámina propia del cerdo adulto está bien provista de leucocitos y, a diferencia de muchas otras especies, la organización inmunológica de la lámina propia en el intestino del cerdo muestra un alto nivel de organización. Dentro de la lámina propia de las vellosidades, el tejido profundo del plexo capilar contiene predominantemente células T CD41, en tanto que las células CD81 se encuentran en la luz y en el epitelio. Las células presentadoras de antígenos están presentes en grandes cantidades en la lámina propia de muchas especies, incluido el cerdo. La lámina propia alrededor de las criptas intestinales contiene células que se tiñen para inmunoglobulinas (predominantemente IgA, presumiblemente células plasmáticas), con pocas células T o CD, pero con células mieloides con características de macrófagos y granulocitos.

Los linfocitos intraepiteliales (LIE) son una gran población de células con hasta 23107 células presentes por gramo de mucosa yeyunal porcina. En su mayoría son células T CD81 con una proporción significativamente que expresa el homodímero CD8aa. En el período postnatal, la frecuencia de LIE aumenta con la edad y esto puede verse influenciado por los contenidos luminales; por ejemplo, su número se reduce notablemente con la nutrición parenteral total.

Para generar una respuesta inmunitaria, los antígenos ingeridos deben atravesar la barrera epitelial por vía transcelular (transporte vesicular) o para celular. La captación de antígenos se produce a través de la fase fluida o del transporte mediado por receptores, seguido del procesamiento intracelular o exocitosis.

Los enterocitos son células no fagocíticas que, en estado de salud, impiden el paso de macromoléculas a través del epitelio. Además, el acceso a la superficie del enterocito está restringido por secreciones locales como IgA y mucinas, vellosidades densamente empaquetadas y un glucocálix grueso. Sin embargo, la barrera epitelial no puede impedir por completo la captación de antígenos. Aunque la entrada del antígeno para celular por difusión desde el lumen se evita mediante uniones estrechas en los polos apicales, los antígenos pueden cruzar a través de roturas en las uniones estrechas. Además, la estrechez de estas uniones puede verse afectada por mediadores del huésped y factores ambientales solubles. Por ejemplo, en casos de inmadurez y enfermedades como gastroenteritis viral, infección bacteriana y enfermedad inflamatoria intestinal, la función bien integrada del epitelio intestinal se verá afectada y pueden ingresar antígenos de todo tipo. En salud, sólo los patógenos penetrantes o las bacterias invasoras encuentran la forma de ingresar en la célula epitelial.

Las CD se encuentran en todo el sistema inmunitario intestinal y, como células centinela, realizan importantes funciones de inmuno vigilancia. Se encuentran en la lámina propia vellosa, el domo subepitelial y en las regiones inter foliculares de las PP, así como en los ganglios linfáticos mesentéricos (GLM). Aunque es factible que la CD que residen en los GLM tomen antígenos libres o patógenos derivados de la linfa aferente, la captación de antígenos se realiza principalmente por las CD periféricas inmaduras ubicadas en la lámina propia de las vellosidades y la cúpula

subepitelial de la PP. Curiosamente, incluso los antígenos particulados que no se replican pueden generar respuestas inmunitarias específicas, aunque normalmente no pueden cruzar la barrera intestinal. ... Después de la captación del antígeno las células alteran su patrón de receptor de quimiocinas, lo que les permite migrar a las regiones de células T del tejido linfóide organizado (es decir, las regiones inter foliculares de las PP o GLM), donde tiene lugar la presentación del antígeno. Los estudios de canulación de la linfa intestinal pseudo aferente en ratas y cerdos han demostrado que las CD migran constantemente desde la pared intestinal a los GLM, incluso en ausencia de estimulación antigénica manifiesta. Esto sugeriría que estas células juegan un papel importante en el mantenimiento de la tolerancia. Los análisis fenotípicos de las CD migratorias en la linfa intestinal pseudo aferente porcina sugieren que las rutas de migración son principalmente desde la lámina propia de las vellosidades hacia los GLM y desde las cúpulas subepiteliales hacia las regiones inter foliculares de las PP.

De acuerdo con la información presentada por los autores, el aparato digestivo de todas las especies animales dispone de un sofisticado sistema inmunitario, el que ha sido necesario para que puedan sobrevivir y evolucionar, toda vez del ataque que sufre el organismo, por parte de agentes patógenos y no patógenos, cada vez que se ingiere alimentos; así mismo, resalta la importancia de conocer algunas de sus estructuras y cómo éstas responden a los desafíos y su vinculación con los aspectos vinculados a la producción animal.

2.1.3. La *Echinacea purpurea*

La equinácea es una especie vegetal que goza de mucha aceptación para tratar algunos problemas de la salud en humanos y se está tratando de implementar su adecuado uso en la salud y bienestar de animales de interés zootécnico, dada la vinculación que debe existir entre

bienestar y rendimiento; una de las revisiones más importantes relacionada con la especie *E. purpurea* y con otras del género *Echinacea* ha sido la realizada por Parsons et al. (2018), de la que se muestra un resumen de las partes más resaltantes para la presente investigación en cerdos en engorde-acabado:

La biotecnología centrada en especies de *Echinacea* Moench (*Asteraceae*) ha crecido sustancialmente en las últimas décadas, debido a la popularidad de *Echinacea* como Producto Natural para la Salud (NHP, por sus siglas en inglés). Originaria de América del Norte y parte de la farmacopea tradicional de los pueblos indígenas, en la actualidad se cultiva en todo el mundo y tiene un valor de mercado anual estimado en aproximadamente mil trescientos millones de dólares.

A pesar de las taxonomías alternativas basadas en variaciones moleculares, morfométricas y fitoquímicas, la tradicional de McGregor (1968) todavía se usa ampliamente y, respaldada últimamente por datos del genoma del cloroplasto, reconoce nueve especies dentro del género. Las preparaciones comerciales de *Echinacea* contienen una o hasta tres especies diferentes: *E. purpurea* (L.) Moench, *E. angustifolia* DC. y, con menor frecuencia, *E. pallida* (Nutt.) Nutt., constituyendo *E. purpurea* por encima del 80% de la producción comercial. Otros taxones reconocidos, *E. laevigata* (C. L. Boynton y Beadle) S. F. Blake, *E. atrorubens* Nutt., *E. paradoxa* Norton, *E. sanguinea* Nutt., *E. simulata* McGregor y *E. tennesseensis* (Beadle) J. K. Small, son mucho menos abundantes y rara vez utilizadas con las especies comerciales.

Comúnmente popular como estimulante inmunológico, las especies de *Echinacea* fueron utilizadas por los pueblos indígenas de América del Norte como tratamiento para las infecciones de garganta, las heridas y el dolor, y se utilizó

históricamente en la medicina ecléctica para las condiciones sépticas. Se continúa explorando las actividades farmacológicas y los usos terapéuticos relacionados, incluidas las actividades antiinflamatorias, analgésicas, ansiolíticas y antimicrobianas.

Los principales compuestos bioactivos presentes en los extractos de *Echinacea* son los fenoles, las alquilamidas y los polisacáridos/ glucoproteínas. Los compuestos fenólicos incluyen equinacósido, cinarina, ácido cichórico, ácido caftárico y ácidos clorogénicos, y poseen actividad antimicrobiana y antioxidante. Las alquilamidas son un grupo de más de 30 compuestos lipofílicos con propiedades antiinflamatorias mediadas por la activación del sistema endocanabinoide, exhiben propiedades antifúngicas e inhiben las actividades de los enzimas ciclooxigenasa y lipooxigenasa. Los polisacáridos/ glucoproteínas incluyen restos de carbohidratos complejos como los arabinogalactanos que actúan como inmunoestimulantes.

Las diferencias en la composición y contenido de fitoquímicos bioactivos son inherentes a los taxones de *Echinacea*. Por ejemplo, las raíces de *E. purpurea* carecen por completo de equinacósido, un componente común en las raíces de otras especies de *Echinacea*, pero tienen niveles muy altos de ciertas alquilamidas, de las que solo se encuentran pequeñas cantidades en las raíces de otras especies.

Típicamente, también puede haber una variación significativa en la fitoquímica de poblaciones y/o individuos de la misma especie, particularmente en *E. angustifolia*, para la que existen quimio razas establecidas.

En todas las especies estudiadas de *Echinacea* hasta la fecha, la localización y el contenido de metabolitos activos cambia con el tiempo, tanto estacionalmente como con la edad de la planta, y varía entre las partes de la planta. Un estudio reciente,

sobre la localización de alquilamidas en *E. purpurea* examinó el contenido de alquilamidas en un total de 36 tejidos, sin incluir la semilla; se encontraron concentraciones particularmente altas de alquilamidas en pétalos y flores de disco, y concentraciones moderadas en receptáculos de flores maduras. Otro grupo de investigación observó que las glándulas en la superficie exterior de las semillas de *Echinacea* (debajo del perianto) también están enriquecidas en alquilamidas. Generalmente las raíces y capullos de *E. purpurea* y *E. angustifolia* tienen las concentraciones más altas de compuestos bioactivos, mientras que las hojas y los tallos tienen bajas concentraciones de metabolitos y rara vez se usan en la preparación de NHP. Sin embargo, el ácido ascórbico (vitamina C) se acumula en las hojas, lo que podría aumentar las funciones inmunitarias.

Este patrón de localización difiere en *E. paradoxa*, donde los fitoquímicos se concentran más en las cabezas de las flores y también puede diferir en otras especies raras. Esta variación proporciona potencialmente una base para los programas de reproducción selectiva, la selección de cultivares útiles y múltiples flujos de productos de diferentes partes de la misma planta.

Las oportunidades de mercado emergentes para la *Echinacea* incluyen aditivos en la alimentación animal. Los estudios en pollos, cerdos, trucha arco iris y caballos han encontrado consistentemente que los aditivos alimenticios de *Echinacea* mejoran la actividad inmunológica, incluidos incrementos en los linfocitos, la fagocitosis y el contenido de globulina. La adición de *Echinacea* al alimento o al agua también mejoró la eficacia de las vacunas contra la influenza aviar, la erisipela porcina y el virus de la enfermedad de Newcastle en las aves, incrementando los títulos de anticuerpos de los animales. La reducción de la incidencia de infecciones

en los animales mejora la tasa de crecimiento y disminuye las posibilidades de que los patógenos se transfieran entre animales o humanos. Los únicos informes negativos, hasta la fecha, sobre los aditivos alimenticios de *Echinacea* fueron reacciones alérgicas menores en caballos. No obstante, los subproductos residuales de *Echinacea*, de aplicaciones para la salud humana, deben explorarse como complementos alimenticios de valor agregado para animales, incluidos los usos para las hojas, tallos y mazorcas de semillas. Se necesita más investigación para determinar la forma, el método de administración y dosis más eficaces para emplear la equinácea como aditivo alimenticio comercial.

Lo manifestado por Parsons et al. (2018) es concordante con lo manifestado por Gallois et al. (2009), en lo relacionado con la necesidad de mayor investigación para dilucidar el verdadero efecto de la equinácea sobre el rendimiento animal; Gallois et al. indicaron que la abundancia de plantas de esta familia en la pastura es usada como un indicador de “buena salud” y en consecuencia mejores oportunidades de lograr mejor rendimiento por parte de los animales.

2.1.4. La *Echinacea purpurea* en porcinos

Holden y McKean (2000) indicaron que la equinácea, una planta cultivada en Iowa, se comparó con un programa antibacteriano de alimentación en maternidades que constaba de 50 g de Mecadox (nitrofuranos) por tonelada. En los niveles probados de *Echinacea* (0, 0.10, 0.25 y 0.50%) en el experimento I, generalmente el Mecadox provocó una respuesta positiva para la ganancia diaria y la eficiencia alimenticia sobre los tratamientos de *Echinacea* durante la fase de lactancia. En el experimento II (niveles de equinácea de 0, 1.5 y 3.0%) sólo hubo diferencias mínimas o nulas entre Mecadox y las diversas adiciones de equinácea, lo que indicó un alto nivel de salud de los cerdos. Los datos acumulativos fueron inconsistentes, con

3% de equinácea se mostró mejor eficiencia alimenticia y ganancia diaria (semanas 0 – 3) y una mejor ganancia diaria (semanas 0 – 3 y 0 – 5) en comparación con 0 y 1.5% de equinácea. Numéricamente, los datos periódicos sugirieron que el suplemento de equinácea al 3% mejoró la ganancia diaria igual a la dieta con Mecadox.

Hermann et al. (2003) evaluaron, en cerdos destetados, el efecto de *Echinacea purpurea* dietética sobre el rendimiento, la viremia y la ontogenia de la respuesta de anticuerpos humorales contra la infección por el virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRSV, por sus siglas en inglés). Los cerdos iniciaron uno de cuatro tratamientos dietéticos una semana antes de la inoculación con PRRSV: (1) dieta basal compuesta de maíz, harina de soja, suero de leche y vitaminas y minerales esenciales; (2) dieta basal + carbadox (0.055 g/ kg de alimento); (3) dieta basal + equinácea 2% (2% de la dieta total); (4) dieta basal + equinácea 4% (4% de la dieta total). Siete días después de iniciada la alimentación los cerdos fueron inoculados con el virus por vía intranasal. Todos los cerdos desafiados se infectaron y todo los no desafiados permanecieron libres de la infección. No se observó diferencias ($P>0.10$) en ganancia diaria de peso, ingestión de alimento o conversión alimenticia en los animales expuestos al PRRSV en comparación con los no expuestos. Para los animales expuestos al PRRSV que recibieron dietas suplementadas con equinácea al 2 o 4% no se observó diferencias ($P>0.10$) en ganancia de peso, ingestión de alimento o conversión alimenticia. Entre los expuestos, la equinácea en la dieta no afectó ($P>0.10$) la tasa o nivel de respuesta de anticuerpos detectables por ELISA desde el día 7 al 42 o el nivel y duración del PRRSV en el suero. Para los no expuestos que recibieron las dietas suplementadas con equinácea, al 2 o 4%, no se observó diferencias ($P>0.10$) en incremento de peso, consumo de alimento o conversión alimenticia. Los autores concluyeron que, bajo las condiciones de su estudio, la equinácea dietética no mejoró el crecimiento, tampoco

exhibió efectos antivirales contra el PRRSV, ni tampoco mostró evidencia alguna de propiedades de mejora inmunológica.

Maass et al. (2005) realizaron una investigación con el objetivo de determinar el efecto de la inclusión de la hierba seca *Echinacea purpurea* (L.) Moench, como aditivo alimenticio en dieta de cerdas, lechones y gorrinos en crecimiento – acabado, sobre el rendimiento del crecimiento, el cuadro sanguíneo, las enzimas plasmáticas, incluida la proliferación de linfocitos, estatus de anticuerpos y contenido de proteína e inmunoglobulina del calostro. Los grupos de control fueron suplementados con harina de alfalfa. Las marranas (36) recibieron 0, 1.2 o 3.6% de mazorcas de *Echinacea* en la dieta desde el día 85 hasta el día 110 de gestación y 0, 0.5 o 1.5% de mazorcas de *Echinacea* hasta el día 28 de lactancia. No se encontró diferencias significativas para el rendimiento del crecimiento, la pérdida de peso, el cuadro sanguíneo, las enzimas plasmáticas y la composición del calostro. El rendimiento de los lechones lactantes no se vio afectado ni durante la lactancia ni durante un período de observación de 4 semanas después del destete. El estado de salud fue similar en todos los grupos de tratamiento.

En un segundo experimento, que duró seis semanas, con 36 lechones (5.8 – 22.1 kg de peso corporal), se suplementó con 1.8% de mazorcas de equinácea o 20 mg de flavomicina/ kg de alimento. No se encontró diferencias significativas para los parámetros registrados. La tasa de conversión alimenticia (kg de alimento/ kg de ganancia) del grupo equinácea aumentó ligeramente (4%) en eficiencia (1.54 frente a 1.60).

En un tercer ensayo se empleó 48 gorrinos en crecimiento – acabado durante un período experimental de nueve semanas con dos fases de suplementación (semanas 1 a 3 y semanas 7 a 9). Los grupos experimentales recibieron 0, 1.5% de mazorcas o 4 – 6 ml de jugo exprimido (estándar comercial) por día. La vacunación contra la erisipela porcina se

implementó en las semanas 1 y 5 para determinar la respuesta inmune específica. El rendimiento del crecimiento y el cuadro sanguíneo para todos los grupos fueron similares; sin embargo, la conversión alimenticia de ambos grupos suplementados con *Echinacea* fue significativamente mejor ($P<0.03$) que la del grupo control sin suplementos (2.44 vs. 2.51). Además, los anticuerpos contra erisipela porcina mostraron una marcada significación ($P<0.05$) con respecto a la altitud en ambos grupos suplementados. Se concluyó que *E. purpurea* podría usarse como un aditivo para alimentos para estimular la eficiencia inmunoestimulante en la producción porcina y mejorar la conversión alimenticia; así mismo, se indicó que la eficiencia de las mazorcas es comparable al producto comercial de jugo.

Hanczakowska y Swiatkiewicz (2007) estimaron el efecto de la suplementación de equinácea en la alimentación de cerdos de ambos sexos, de 60 a 112 kg de peso. Todos fueron alimentados con una dieta basal de cebada, trigo y soja. El grupo control negativo (I) recibió alimento sin suplemento; el grupo II (control positivo) recibió el mismo alimento pero suplementado con BHT. Los grupos experimentales III y IV recibieron el mismo alimento suplementado con 500 o 1000 mg de extracto acuoso de equinácea por kg de alimento, respectivamente. Los gorrinos que recibieron 500 mg de extracto tuvieron mayores ganancias de peso y conversión alimenticia, pero la dosis más alta del extracto redujo estos índices. La dosis más alta del extracto mejoró la capacidad de retención de agua de la carne y elevó su pH a los 45 minutos después del sacrificio. El efecto antioxidante de la equinácea se determinó después de seis meses de almacenamiento. La menor dosis de extracto disminuyó el contenido de colesterol de la carne y mejoró su luminosidad. El extracto aumentó ligeramente el contenido de ácidos grasos poliinsaturados de la grasa de la carne y mejoró la relación n3/ n6. Ambas dosis del extracto y el BHT redujeron la evaluación sensorial de la carne hervida.

Korniewicz et al. (2007) implementaron un trabajo de investigación con el objetivo de determinar el efecto de una combinación de extractos de plantas (Herbiplant CS), utilizada como suplemento alimenticio, sobre el rendimiento del engorde, el valor de la carcasa y la calidad de la grasa dorsal. El fitopreparado se aplicó en forma de polvo suelto en el alimento de Inicio, Crecimiento y Acabado, en la cantidad de 125 y 500 mg/ kg (tres grupos de gorrinos). Los animales se mantuvieron individualmente y se evaluaron desde los 20 a los 100 kilos de peso corporal. La ganancia diaria promedio de peso vivo en el grupo control, durante todo el período, alcanzó los 896 g y en los grupos suplementados fue superior en 3.8 y 5%. La ingestión promedio diaria de alimento en las etapas posteriores de engorde fue similar en todos los grupos. La conversión alimenticia acumulada fue 2.67 kg en el grupo control, en tanto que en los suplementados fue inferior en 4.9 y 6.4%. No hubo efecto sobre la carnosidad de la canal y sólo se observó un incremento en el “ojo” del lomo. No influyó significativamente en el perfil de ácidos grasos. Se concluyó que los indicadores del rendimiento fueron mejores por efecto del suplemento en el primer período del engorde.

Hagmüller et al. (2011) investigaron los efectos de una mezcla de pulpas secas de *Ducus carota* L., partes aéreas de *Echinacea purpurea* L. Moench, aserrín y extractos de *Larix decidua* Mill., todos residuos industriales, como aditivo alimenticio en diferentes concentraciones (3 y 5% de la dieta) para la profilaxis de la diarrea producida por *E. coli* en lechones destetados. La diarrea apareció con menos frecuencia en los grupos con aditivos que en el control. El número de casos de diarrea y su duración por caso fueron menores en el grupo con 3%. La masa corporal no difirió significativamente ($P>0.05$) entre los grupos aunque se determinó una tendencia a una masa corporal media más alta al final de la prueba en los grupos con 3 y 5% de aditivos. Los animales del grupo 3% mostraron el mayor consumo de alimento, en tanto que los del grupo 5% mostraron mejor conversión alimenticia.

Los niveles de los parámetros sanguíneos (recuento de glóbulos blancos, urea, GGT, AST, TP y haptoglobina) estuvieron dentro del rango normal, excepto la actividad de AST, que excedió el valor umbral en todos los grupos. Para los parámetros sanguíneos no se determinó diferencia significativa ($P>0.05$) entre grupos.

Hanczakowska y Swiatkiewicz (2012) evaluaron el efecto de una mezcla de extractos de hierbas (salvia, 20%; melisa, 30%; ortiga, 30%, y equinácea, 20%) sobre el rendimiento de lechones. El grupo I (control) se alimentó con una mezcla estándar de cebada, trigo y soja. El grupo II recibió la misma mezcla suplementada con una combinación de ácidos fórmico y propiónico. El grupo III recibió la dieta basal suplementada con la combinación de los extractos acuosos de las especies indicadas, a razón de 500 mg/ kg de alimento. El ensayo duró 84 días, el día 56 se sacrificó a 6 animales de cada grupo y se extrajo el tracto gastrointestinal. En los grupos experimentales se observó menos lechones muertos y eliminados que en el control. Los animales del grupo suplementado con las hierbas crecieron más rápido que los del control y mostraron pesos corporales finales promedio más altos ($P<0.01$). No hubo diferencia significativa en la utilización del alimento. El contenido de ácido acético fue mayor en ambos grupos que recibieron suplementos. La cantidad de ácido propiónico en el ciego de los animales del grupo suplementado con hierbas fue menor que en los animales de los grupos I y II. No hubo diferencias significativas en el quimo del íleon. El extracto de hierbas mejoró la estructura del epitelio ileal al aumentar significativamente la altura de las vellosidades (sin embargo, la relación A/P fue inferior a uno). Una mayor digestibilidad de los nutrientes podría deberse a una mayor cantidad de vellosidades en este grupo.

Hanczakowska et al. (2015) implementaron un ensayo con el objetivo de evaluar el efecto de una mezcla de extractos de hierbas (*Salvia officinalis*, *Urtica dioica*, *Melissa*

officinalis y *Echinacea purpurea*) sobre el rendimiento de cerdos en acabado y la calidad de la carne. El grupo I (control) fue alimentado con una ración estándar, los grupos II y III recibieron el mismo alimento suplementado con 150 mg de BHT o 500 mg de la mezcla de extractos de hierbas por kg de alimento, respectivamente. En cada grupo, la mitad de los animales recibieron aceite de colza al 4%, la otra mitad aceite de soja. La combinación de extracto de hierbas no tuvo efecto sobre el rendimiento animal, pero mejoraron significativamente la estabilidad oxidativa de la carne, redujeron el colesterol y el índice de trombogenicidad e incrementaron el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en la carne. Se concluyó que los extractos de hierbas tienen un efecto beneficioso sobre las propiedades promotoras de la salud del cerdo debido a los cambios en la fracción lipídica.

Kiczorowska et al. (2017) citan diferentes investigaciones realizadas con *Echinacea purpurea* en la alimentación de animales de interés zootécnico. Dehkori et al. (2011) reportaron resultados que sugieren que la alimentación con *Echinacea purpurea*, particularmente durante largo tiempo, puede mejorar el rendimiento y la respuesta inmunitaria en pollos de carne. Böhmer et al. (2009) también notaron que la aplicación repetida y breve de jugo de equinácea tiene efectos inmunoestimulantes en gallinas ponedoras y cerdos en engorde. Un estudio realizado por Kuhn et al. (2005) reveló un efecto inmunoestimulante de la *Echinacea* en marranas y sus camadas; en lechones de un día, la concentración de inmunoglobulinas G y A fue significativamente mayor que en el control. Las investigaciones mostraron una tendencia decreciente en el efecto de mejora de la salud por la adición de *Echinacea* hasta el día 70 de vida de los lechones, pero esto no afectó el aumento de peso ni la calidad de la carcasa.

Así mismo, Paskudska et al. (2018) citan los resultados de investigaciones con esta hierba, como la de Krusiski (2004) quien estableció que junto con el incremento (1, 2.5 y

5%) de hierbas en el alimento los incrementos de peso corporal en los cerdos también aumentaban. Las hierbas utilizadas (ortiga, equinácea, milenrama, y ajo) no afectaron la conversión alimenticia. Sin embargo, estudios realizados por Peris y Asensio (2002) demostraron que el empleo de aceites esenciales extraídos de hierbas, en combinación con ácidos propiónico, fórmico y láctico aumentó la tasa de conversión alimenticia en 8% y mejoró el crecimiento en 10%. Indicando la importancia de su empleo.

Las referencias bibliográficas sobre la utilización de *Echinacea* en la alimentación de cerdos en crecimiento – acabado para determinar su efecto sobre indicadores del rendimiento es relativamente escasa, se dispone de mayor cantidad de información en pollos de carne; no obstante, se puede apreciar que los resultados aún son un tanto inconsistentes, motivo por el que es trascendente la realización del presente ensayo.

2.2. Bases Teóricas

La presente investigación se sustenta en la teoría de la Asignación de Recursos en la Producción Ganadera, la que sostiene que todas las especies animales que han sido domesticadas dependen directamente del ser humano para disponer de los recursos (alimento, manejo, sanidad, etc.) para obtener de ellos adecuados indicadores productivos (preferentemente alimentos). Esta teoría fue perfeccionada por Raw (2009) y se fundamenta en la propuesta de Goddard y Beilharz.

Básicamente la teoría sostiene que los animales domésticos de interés zootécnico son bioartefactos, debido a la utilización que hacemos de ellos para obtener algo útil (generalmente alimentos) y perfeccionar en forma continua su capacidad productiva. Así, al suministrarles el manejo, alimentación, sanidad, etc., más adecuados lo que se hace es tratar de optimizar su producción; sin embargo, desde el punto de vista de la economía es preferible que produzcan la misma cantidad de determinado producto comiendo cada vez menos (mejor

eficiencia en la conversión de alimentos) y se van volviendo más vulnerables y más dependientes del humano. Por lo que la producción animal sería insostenible si no se les asigna la cantidad y calidad de recursos que necesitan. En el marco de esta teoría, todos los antecedentes citados tratan precisamente de brindar óptimamente los recursos que los cerdos necesitan para producir con eficiencia.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

Debido a que el programa de alimentación fue fijo, no se puede asumir un efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento. Sin embargo, es necesario mencionar las cifras de consumo, que fue similar para cada uno de los tratamientos.

Cada cerdo recibió 17.5 kilos en la fase de Inicio (primeros 14 días), 23.4 kilos en la de Crecimiento 1, 28.2 kilos en la de Crecimiento 2 y 35.9 kilos en la de Acabado; lo que correspondió a 105 kilos por cerdo en los 56 días que duró el ensayo.

Desde la perspectiva de la Teoría de Asignación de Recursos, los programas de alimentación de los cerdos contemplan suministros restringidos de alimento balanceado para que los animales crezcan más en función de músculo y no de grasa. El cerdo es un animal especial, es capaz de acumular cualquier pequeño exceso de energía en la forma de grasa; esta no es económica, toda vez que se requiere 2.25 veces más energía para incrementar una unidad en forma de grasa que en forma de proteína.

Así mismo, se verificó que los animales consumieron todo el alimento que se les suministró, lo que ocurrió en todos los grupos de tratamientos implementados.

3.2. Peso y Cambios de Peso

En la Tabla 3 se presentan los resultados relacionados con los pesos y los cambios en el peso.

El peso inicial estuvo distribuido normalmente y las varianzas fueron homogéneas entre los grupos de tratamientos (anexos).

Analizados los incrementos de peso se observó que, en cada uno de los períodos considerados, así como en los valores acumulados, hubo normalidad y homocedasticidad (anexos), razón por la que se procedió a aplicar el análisis de la varianza. Las diferencias

observadas entre tratamientos para los incrementos de peso dentro de cada período considerado, así como para los valores acumulados, no alcanzaron significación estadística, por lo que se puede inferir que la presencia del extracto comercial de *Echinacea purpurea* no ejerció efecto alguno sobre los cambios de peso corporal; aun cuando se analizó la información separada por sexos (Anexo 17).

Tabla 3.

Pesos y cambios de peso (kg) de cerdos que recibieron E. purpurea en el agua y el alimento

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Media	D. E.	Media	D. E.	Media	D. E.
<i>E. purpurea</i>	No		Agua		Alimento	
Peso Inicial	20.700	1.456	20.480	2.135	20.980	1.232
Peso 14 días	42.980	2.007	42.160	2.227	42.400	1.678
Peso 28 días	53.220	1.173	52.160	1.110	53.380	1.324
Peso 42 días	67.360	2.460	67.120	2.014	67.960	1.659
Peso 56 días	84.340	1.126	84.520	0.536	85.360	1.167
Cambio Inicio	22.280 ^a	0.672	21.680 ^a	1.158	21.420 ^a	0.638
Cambio Crecim. 1	10.240 ^a	1.115	10.000 ^a	1.249	10.980 ^a	0.460
Cambio Crecim. 2	14.140 ^a	1.313	14.960 ^a	0.913	14.580 ^a	1.013
Cambio Acabado	16.800 ^a	1.517	17.400 ^a	1.949	17.400 ^a	0.579
Cambio Acumulado	63.640 ^a	0.428	64.040 ^a	1.864	64.380 ^a	1.195

^a Letras exponenciales similares sobre los promedios indican diferencias no significativas (P>0.05)

Diferentes investigadores (Herman et al., 2003; Maass et al., 2005; Hanczakowska et al., 2015; Kuhn et al., 2005, citados por Kiczorowska et al., 2017) reportaron haber encontrado diferencias no significativas en los incrementos de peso al incluir *Echinacea purpurea* en la dieta de cerdos. Los investigadores indicaron que las mejoras se dieron en el aspecto inmunológico (respuesta a las vacunaciones), propiciando mayor producción de anticuerpos, y en las propiedades de la carne, la que tiende a mantener por más tiempo la integridad celular y retiene mayor cantidad de contenido celular, reduciéndose considerablemente las mermas, así como el contenido de lípidos (Hanczakowska et al., 2015).

Así mismo, si bien se reportado en varios casos diferencias no significativas en los incrementos de peso, estos reportes consideraron que al reducirse o desaparecer la mortalidad se hicieron más rentables los tratamientos que recibieron equinácea, ya sea en el alimento o en el agua de bebida, como ha sido reportado por Hanczakowska y Swiatkiewicz (2012). En el caso de Hagmüller et al. (2011), determinaron que la presentación de casos de diarrea fue menor, así como menor fue también la duración de los casos que se presentaron. Esto es importante para la producción porcina, toda vez que la diarrea es la principal causa de mortalidad o de deterioro del rendimiento.

3.3. Conversión Alimenticia

Los resultados de conversión alimenticia se muestran en la Tabla 4, de acuerdo a tratamientos y a los períodos considerados.

Tabla 4.

Conversión alimenticia de cerdos que recibieron *E. purpurea* en el agua y el alimento

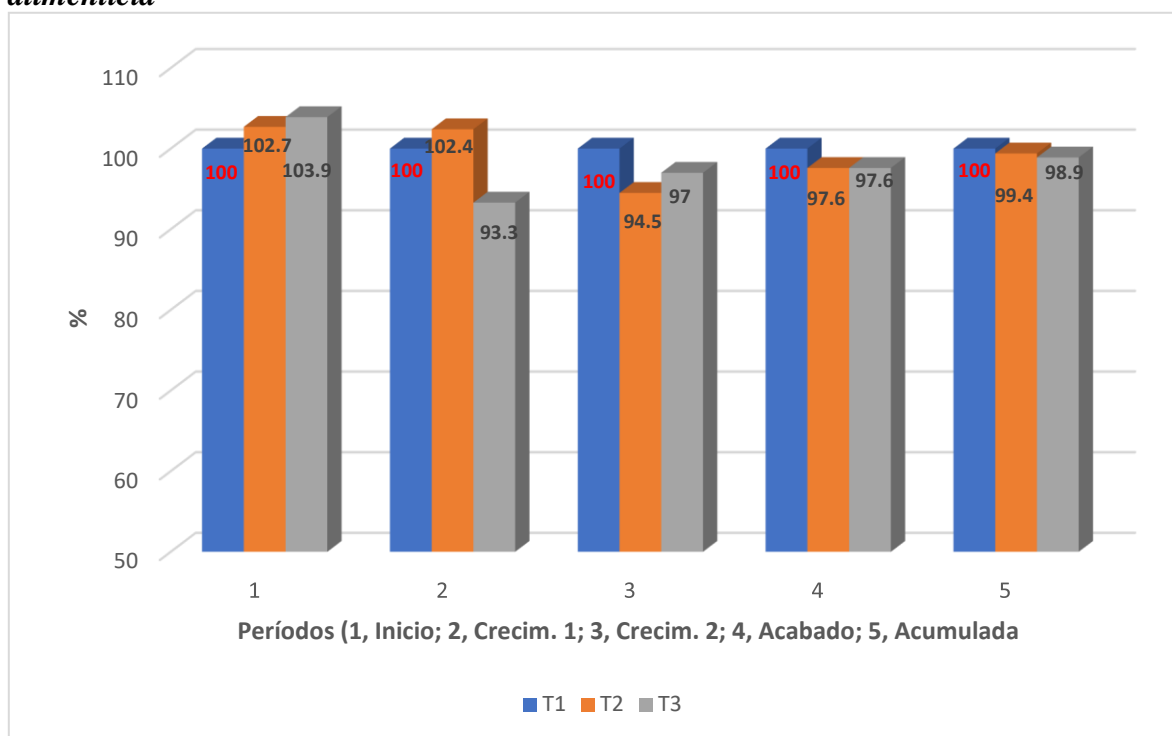
Período	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
<i>E. purpurea</i>	No	Agua	Alimento
Inicio	0.786	0.807	0.817
Crecimiento 1	2.285	2.340	2.131
Crecimiento 2	1.994	1.885	1.934
Acabado	2.114	2.063	2.063
Acumulada	1.650	1.640	1.631

En el primer período (Inicio) los tratamientos que recibieron equinácea fueron menos eficientes que el testigo en la utilización del alimento; en el segundo período (Crecimiento 1), el tratamiento que recibió la equinácea en el alimento fue 6.7% más eficiente que el testigo, pero el tratamiento que recibió el producto en el agua fue 2.4% menos eficiente; en el tercer período (Crecimiento 2) los dos tratamientos que recibieron equinácea fueron más eficientes que el testigo, respectivamente en 5.5 y 3% para los tratamientos 2 y 3. Así mismo, en el cuarto período (Acabado) los tratamientos 2 y 3 fueron 2.4% más eficientes que el

testigo. Al determinar la conversión alimenticia acumulada (todo el ensayo) se notó que los tratamientos 2 y 3 fueron ligeramente más eficientes (0.6 y 1.1%, respectivamente) que el testigo; lo que se debe a que la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso fue negativa (con respecto al testigo) al inicio del ensayo, indicando que el organismo de los cerdos requirió de un proceso de acostumbramiento a la presencia del extracto de equinácea evaluado. En la Figura 1 se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos.

Figura 1.

Comparativo porcentual entre tratamientos, dentro de períodos, para conversión alimenticia



Si bien las diferencias entre tratamientos en la conversión alimenticia acumulada no fueron muy grandes, lo importante es considerar la tendencia y el probable acostumbramiento; esto quiere decir que podría utilizarse el producto desde edades más jóvenes tal que con el acostumbramiento permitiría mejor eficiencia en la utilización del alimento cuando los cerdos ganan mayor cantidad de masa muscular.

Existe algunos reportes (Holden y McKean, 2000; Mass et al., 2005; Hagmüller et al., 2011; Hanczakowska y Swiatkiewicz, 2012) que indican el empleo de extractos o partes de la planta en la alimentación de lechones o recién destetados que corroboran que podría lograrse el acostumbamiento a edades más jóvenes y propiciar mejor conversión alimenticia acumulada. Mahfuz et al. (2021), en su excelente artículo de revisión, indicaron el rol que desempeña la equinácea como portador de compuestos con acción antioxidante y controladores de la flora intestinal que permiten adecuada estructura y sanidad que permiten mejor capacidad de absorción y la utilización de estos nutrientes en funciones de síntesis de tejido muscular, principalmente, y no de reparación de epitelios intestinales.

3.4. Rendimiento de Carcasa y Órganos

En la Tabla 5 se presentan los resultados de peso y rendimiento de carcasa y órganos.

Tabla 5.
Peso y rendimiento de carcasa y órganos de cerdos que recibieron E. purpurea en el agua y el alimento

Período	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
<i>E. purpurea</i>	No	Agua	Alimento
Peso, Kg.:			
Carcasa	74.90	75.25	75.20
Hígado	2.075	1.550	1.450
Riñones	0.395	0.315	0.330
Bazo	0.150	0.155	0.100
Rendimiento, % o g/100 g:			
Carcasa	83.00	83.50	81.50
Hígado	2.770	2.060	1.928
Riñones	0.528	0.419	0.439
Bazo	0.201	0.206	0.133
Medida de grasa dorsal, cm.:	2.70	2.50	2.50

El peso de la carcasa fue muy parecido en los tres tratamientos, aunque se evidenció carcasas ligeramente más pesadas; no obstante, cuando se consideró el peso relativo de la carcasa con relación al peso vivo se determinó que el tratamiento fue 0.5% mejor que el testigo, pero el tratamiento 3 estuvo 1.5% por debajo. Las cifras indican que la equinácea no

afectó el peso y rendimiento de carcasa, ni positiva ni negativamente. Resultados parecidos, es decir no efecto sobre indicadores de la carcasa por presencia de la equinácea, han sido reportados por Kuhn et al. (2005), citados por Kiczorowska et al. (2017) y por Korniewicz et al. (2017); sin embargo, también existen reportes que indican efectos sobre la calidad de la carcasa, entre los que se determinó reducción de la deposición de grasa (Hanczakowska y Swiatkiewicz, 2007; Hanczakowska et al., 2015); en el presente ensayo se evidenció una reducción en el espesor de grasa dorsal de 7.4% en los tratamientos en los que se incluyó la equinácea en el agua y en el alimento, diferencia reductora que es importante dadas las características del mercado que prefiere carcasas magras y musculosas.

En cuanto a los órganos evaluados (hígado, riñones, bazo), el peso observado y el peso relativo fueron muy parecidos; apreciándose que en el caso del hígado y los riñones la equinácea, ya sea en el agua como en el alimento, propició órganos más pequeños en comparación con el tratamiento control. Cuando el producto (extracto de equinácea) se suministró a través del agua de bebida el hígado manifestó una reducción de peso de alrededor de 25% y cuando se suministró a través del alimento la reducción del peso fue alrededor de 30%

En el caso de los riñones, la reducción fue del orden de 20 y 17% cuando la equinácea se suministró a través del agua y del alimento, respectivamente.

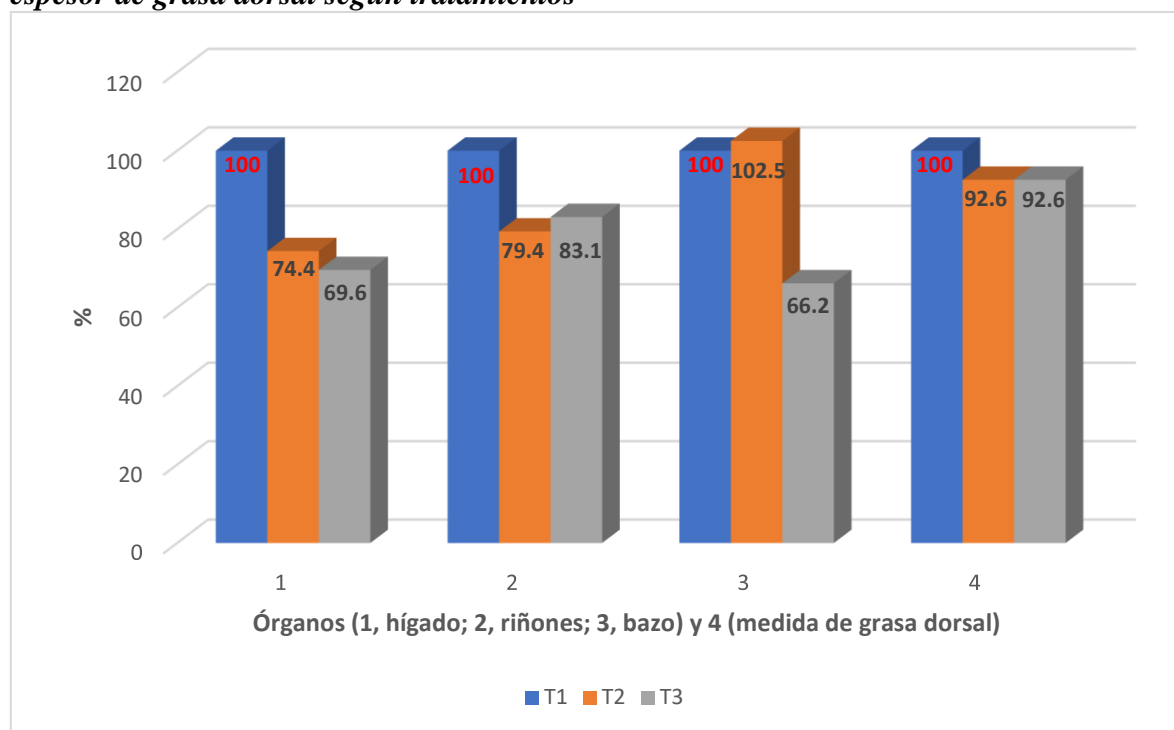
En el caso del bazo, cuando la equinácea se suministró a través del agua de bebida el peso de este órgano estuvo 3% por encima del testigo; en cambio, cuando la equinácea se suministró con el alimento el peso del bazo se redujo en 34%.

En la Figura 2 se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos para el comparativo porcentual del peso relativo de los órganos evaluados y de la medida de grasa dorsal según tratamientos.

La interrogante resaltante es ¿cómo se puede explicar el comportamiento del tamaño de los órganos en función de la presencia del extracto de equinácea? Dos factores pueden considerarse importantes: la reducción de grasa y el sistema inmunológico.

Figura 2.

Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de órganos y medida de espesor de grasa dorsal según tratamientos



El primer factor, la capacidad de reducir la deposición de grasa por parte de los componentes poli fenólicos de la equinácea, que ha sido reportadas por varios investigadores, debe jugar un rol trascendente en la reducción del tamaño de estas vísceras, debido a que por naturaleza acumulan cantidades importantes de grasa, en el caso de hígado en los hepatocitos y en el caso de los riñones con mayor grado en la periferia, por lo que puede asumirse un efecto hepatoprotector frente al síndrome de hígado graso y en el caso de los riñones esta acción facilitaría una mejor función urinaria debido a la no interferencia de grasa.

Sin embargo, no sucedió lo mismo con el bazo, ya que su peso relativo se incrementó en 2.5%, respecto al testigo, al suministrarse la equinácea a través del agua de bebida; en

cambio hubo reducción importante (33.8%) cuando se suministró a través del alimento. Aun cuando los tres órganos están vinculados con la inmunocompetencia, esta función es más resaltante en el caso del bazo y a través del agua los principios podrían haber propiciado mayor producción de componentes sanguíneos en la que juega un rol importante este órgano.

3.5. Histometría Intestinal

Los resultados relacionados con los indicadores histométricos evaluados en el presente ensayo se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6.

Longitud (L) de vellosidades duodenales, profundidad (P) de criptas de Lieberkühn y relación L/ P de cerdos que recibieron E. purpurea en el agua y el alimento (μm)

Período	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
<i>E. purpurea</i>	No	Agua	Alimento
Longitud	300.48 ^a	273.54 ^b	289.23 ^{ab}
Profundidad	105.72 ^a	108.21 ^a	107.93 ^a
L/ P	2.864 ^a	2.570 ^a	2.734 ^a

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (P<0.05, Tukey) entre tratamientos dentro de variables

Para las tres variables evaluadas se verificó las suposiciones de normalidad y homocedasticidad (anexos); el análisis de la varianza determinó que hubo diferencias significativas (P<0.05) entre los tratamientos para la longitud de las vellosidades del duodeno, el tratamiento testigo superó al tratamiento 2 y fue estadísticamente igual al tratamiento 3, los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente similares.

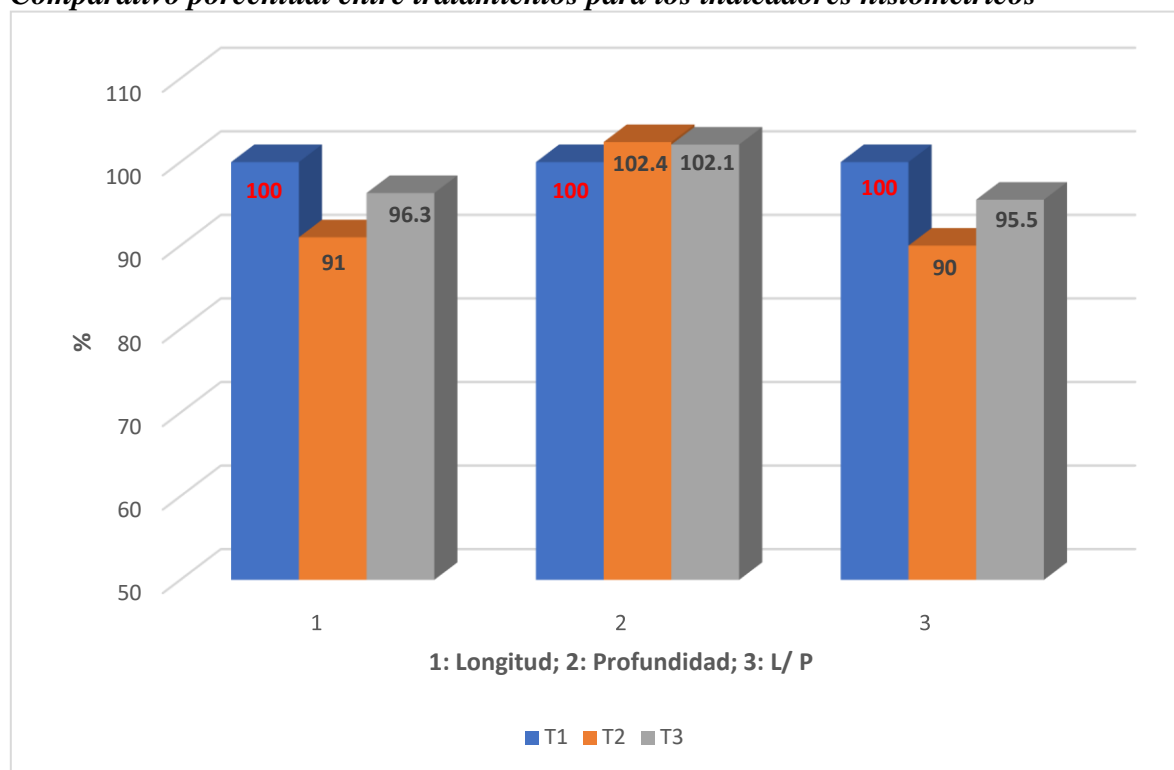
Las diferencias en la profundidad de las criptas de Lieberkühn no fueron significativas (P>0.05) y tampoco las diferencias para la relación longitud: profundidad.

La longitud de las vellosidades duodenales de los tratamientos 2 y 3 fueron 9 y 3.7%, respectivamente, más cortas que las del tratamiento 1. En tanto que las criptas de Lieberkühn de los mismos tratamientos fueron 2.4 y 2.1%, respectivamente, más profundas que las del tratamiento 1. En cuanto a la relación L/ P, la de los tratamientos 2 y 3 fue de menor magnitud

en 10 y 4.5%, respectivamente, que la del tratamiento 1. En la Figura 3 se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos para la longitud de las vellosidades duodenales.

Figura 3.

Comparativo porcentual entre tratamientos para los indicadores histométricos



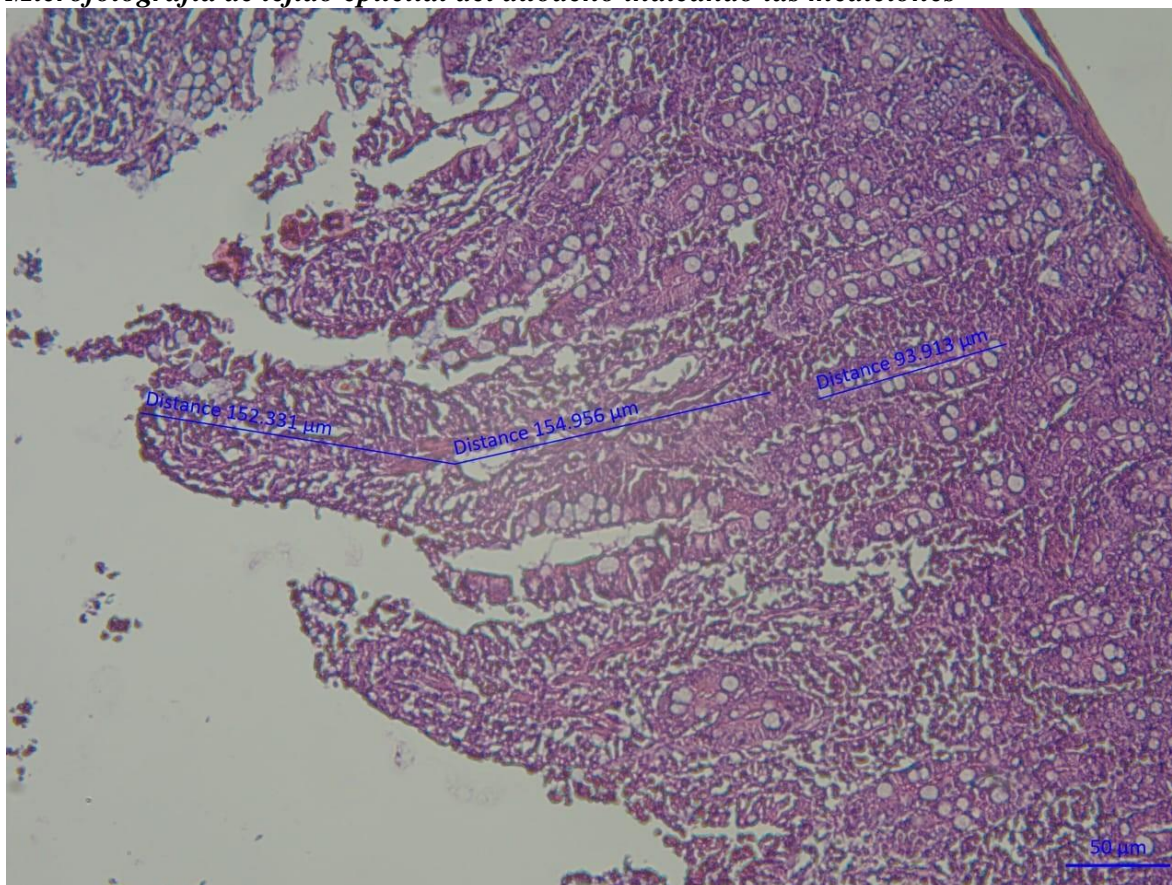
En la Figura 4 se muestra una vista del epitelio intestinal en una lámina portaobjetos indicándose la toma de medidas de longitud de vello y profundidad de cripta, tomada del presente estudio.

La mayor longitud de vellos es un indicativo de mayor superficie de absorción de nutrientes; en tanto que una mayor profundidad de cripta indica que hay una mayor tasa de renovación celular para abastecer a los vellos. Sin embargo, si la relación longitud: profundidad es similar entre los tratamientos indicaría que la disponibilidad de superficie de absorción es similar entre ellos. No se encontró evidencia de que la equinácea haya aumentado la superficie de absorción vinculándose a la más eficiente conversión alimenticia de los tratamientos 2 y 3 en la parte final del ensayo, lo que indicaría que esta mayor

eficiencia en conversión se podría deber a otros efectos ejercidos por la presencia de la equinácea en el agua o en el alimento.

Figura 4.

Microfotografía de tejido epitelial del duodeno indicando las mediciones



Se ha indicado que los polifenoles de las hierbas como la equinácea disminuyen la viscosidad de la digesta y permiten, debido al menor tamaño de partículas, una unión más íntima entre los enzimas secretados por el organismo animal disgregando a las partículas alimenticia con mayor facilidad y permitiendo mejor absorción de los nutrientes. Así mismo, se ha indicado que los polifenoles potencian la secreción de enzimas digestivos endógenos cooperando en la digestión y absorción (Mahfuz et al., 2021).

Se pudo disponer de una fuente bibliográfica (Hanczakowska y Swiatkiewicz, 2007) en la que se evaluó histometría intestinal, en el reporte se indica que se propició mayor

longitud de los vellos; sin embargo, en este reporte se determinó que la relación L/ P fue inferior a 1, lo que indicó que la profundidad de las criptas fue de mayor magnitud que la longitud de los vellos. En la presente investigación también se notó una tendencia a mayor profundidad de criptas al suplementar el extracto de equinácea; no obstante, la relación L/ P en todos los casos fue superior a 2.5, indicando que la longitud de las vellosidades duodenales primó sobre la profundidad de las criptas de Lieberkühn. Es importante notar que una mayor profundidad de criptas es indicativa de una tasa mayor de generación de células que migran hacia lo alto de los vellos y que, además de la digestión y absorción, estarían vinculadas a la defensa inmunológica, como ha sido mencionado en la revisión de Gallois et al. (2009) al tratar sobre las funciones de los distintos componentes estructurales del intestino.

En el transcurso del presente ensayo no se presentó problema sanitario alguno y dado que la equinácea ha sido estudiada en gran medida por el papel que puede desempeñar en el funcionamiento idóneo del sistema inmunológico, sería conveniente evaluar el efecto del extracto empleado en el presente estudio en animales que hayan sido desafiados sanitariamente.

IV. CONCLUSIONES

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

1. El extracto comercial de *Echinacea purpurea*, suministrado a través del agua de bebida y del alimento, no influyó negativamente sobre el consumo.
2. El extracto de equinácea no ejerció efecto significativo ($P>0.05$) sobre los incrementos de peso corporal en los cerdos.
3. La eficiencia de utilización del alimento fue mejorada por el extracto de equinácea cuando los animales estuvieron en los períodos de Crecimiento 2 y Acabado; indicando que hubo un proceso de adaptación orgánica a la ingestión del producto. La conversión alimenticia acumulada sólo fue ligeramente más eficiente por efecto del extracto.
4. El peso y el rendimiento de carcasa fue similar entre todos los tratamientos; sin embargo, la presencia del extracto propició una reducción considerable (7.4%) en el espesor de grasa dorsal, indicando efecto sobre la calidad más que sobre la cantidad de carcasa.
5. Se manifestó reducción importante en el peso observado y relativo del hígado y riñones; el extracto de equinácea en el agua de bebida motivó un incremento (3%) en el bazo y una reducción considerable en el tamaño de este órgano cuando se suministró en el alimento; indicando su efecto lipolítico e inmunológico.
6. La longitud de las vellosidades intestinales duodenales fue más corta ($p<0.05$) cuando el extracto de equinácea se suministró a través del agua de bebida; no hubo diferencia ($P>0.05$) en la profundidad de las criptas de Lieberkühn, ni en la relación longitud: profundidad; habiendo indicación de una mayor generación celular en las criptas por efecto de la equinácea.

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Emplear el extracto comercial de equinácea en un programa de acostumbramiento por permitir mayor eficiencia en la utilización del alimento en las fases de crecimiento – acabado de los cerdos comerciales y disminución del espesor de grasa dorsal.
- 2.** Considerar ensayos que permitan determinar dosis óptimas del extracto a edades menores de los animales para lograr acostumbramiento y aprovechar las fases en las que hay mayor deposición de masa corporal.
- 3.** Realizar investigaciones para determinar el efecto del extracto sobre características de calidad de las carcasas y bajo programas de crianza con desafío sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

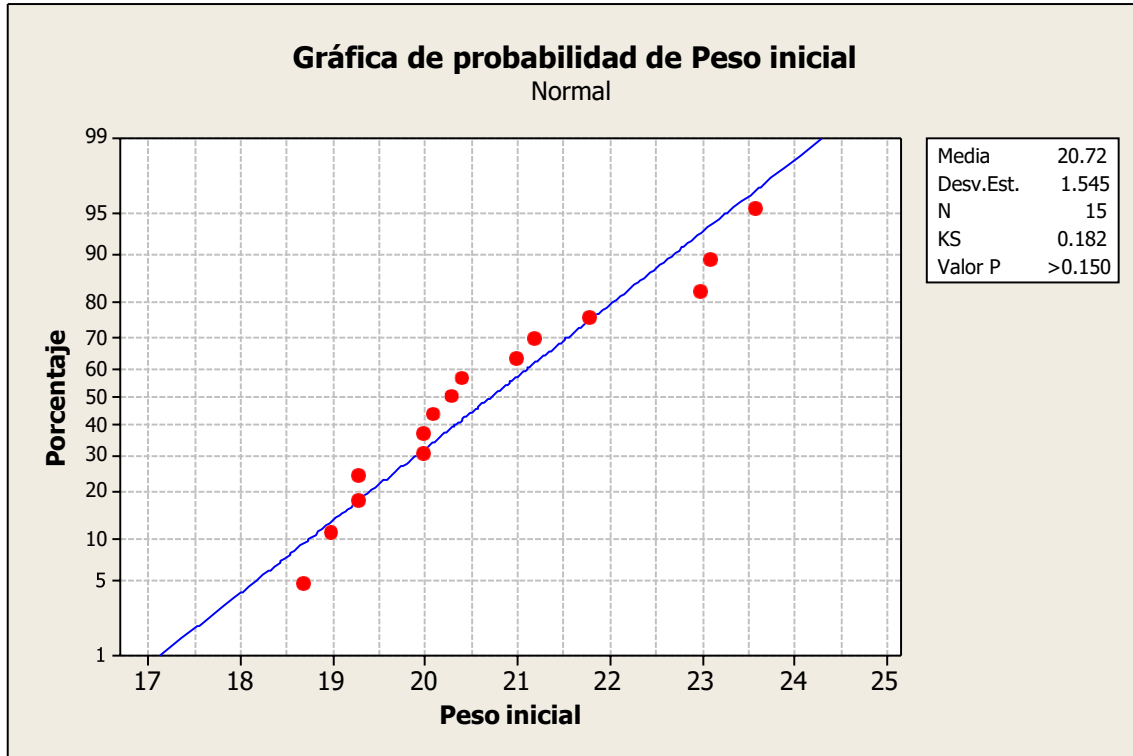
- Aznarán, W. (2019). Estudio del comportamiento del lagarto *Callopistes flavipunctatus* como especie representativa y propuesta de creación de una reserva comunal en el distrito de Mórrope (Lambayeque). *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Bagno, O. A., Prokhorov, O. N., Schevchenko, S. A., Schevchenko, A. I., Dijaddichkina, T. V. (2018). Use of phytobiotics in farm animal feeding (Review). *Agricultural Biology*, 53(4): 687-697. Doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.687eng
- Gallois, M., Rothkötter, H. J., Bailey, M., Stokes, C. R., and Oswald, I. P. (2009). Natural alternatives to in-feed antibiotics in pig production: can immunomodulators play a role? *Animal*, 3(12): 1644-1661. Doi: 10.1017/s1751731109004236.
- Gheisar, M. M. and Kim, I. H. (2017). Phytobiotics in poultry and swine nutrition – a review. (2017). *Italian Journal of Animal Science*, Doi: 10.1080/1828051X.2017.1350120.
- Hagmüller, W., Stockhammer, S., Vielhaber, B., Gallnböck, Wagner, E., Tichy, A., Franz, Ch., and Zitterl-Eglseer. (2011). Effects of phytogenous industrial waste originating from echinacea, larch and carrot in the prophylaxis of *E. coli*-diarrhea in weaner piglets. *Vet. Med. Austria.*, 98: 166-174.
- Hanczakowska, E. and Swiqtiewicz, M. (2007). Effect of feed supplementation with the purple coneflower (*Echinacea purpurea*) extract on fatty acid profile and quality of pig meat. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 57(4B): 229-233.
- Hanczakowska, E. and Swiqtiewicz, M. (2012). Effect of herbal extract on piglet performance and small intestinal epithelial villi. *Czech J. Anim. Sci.*, 57(9): 420-429.
- Hanczakowska, E., Swiqtiewicz, M., and Grella, E. P. (2015). Effect of dietary inclusion of an herbal extract mixture and different oils on pig performance and meat quality. *Meat Science*, 108: 61-66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.020>
- Hermann, J. R., Honeyman, M. S., Zimmerman, J. J., Thacker, B. J., Holden, P. J., and Chang, C. C. (2003). Effect of dietary *Echinacea purpurea* in viremia and performance in porcine reproductive and respiratory syndrome virus – infected nursery pigs. *Journal of Animal Science*, 81: 2139-2144. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/81/9/2139/4790108>
- Holden, P. J. and McKean, J. (2000). Botanicals for pigs – *Echinacea* II. *ISU Swine Research Report*, AS-(ASL-R647). Pp. 16-18. Iowa State University, Ames, IA. 50011.
- Kiczorowska, B., Samolinska, W., Al-Yasiry, A. R. M., Kiczorowski, P., and Winiarska – Mieczan, A. (2017). The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition – A review. *Ann. Anim. Sci.*, 17(3): 605-625. DOI: 10.1515/aoas-2016-0076
- Korniewicz, D., Rozanski, H., Usydus, Z., Dobrzanski, Z., Korniewicz, A., Kaczmarek, P., Frankiewicz, A., and Szuk, K. (2007). Efficiency of plants extracts (Herbiplant CS) in pigs fattening. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4): 309-315. www.pan.olsztyn.pl
- Maass, N., Bauer, J., Paulicks, B. R., Böhmer, B. M., and Roth-Maier, D. A. (2005). Efficiency of *Echinacea purpurea* on performance and immune status in pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89: 244-252. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2005.00501.x

- Mahfuz, S., Shang, Q., and Piao, X. (2021). Phenolic compounds as natural feed additives in poultry and swine diets: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12: 48. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00565-3>
- Maletta, H. (2015). *Hacer Ciencia. Teoría y práctica de la producción científica*. Universidad del Pacífico: Lima, Perú. 700 PP. ISBN: 978-9972-57-339-2
- Ordóñez, E. (2018). Influencia de suplementación alimenticia con orégano (*Origanum vulgare*) y complejos enzimáticos en los índices productivos y salud intestinal de pollos de emngorde. *Tesis para optar el grado de Maestro en Producción Animal*. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada. Técnicas de la Estadística Moderna, Cuándo y Dónde Aplicarlas*. Limusa. México: D.F. 629 pp. ISBN: 968-18-0734-0
- Parsons, J. L., Cameron, S. I., Harris, C. S., and Smith, M. L. (2018). *Echinacea* biotechnology: advances, commercialization and future considerations. *Pharmaceutical Biology*, 56(1): 485-494. <https://doi.org/10.1080/13880209.2018.1501583>
- Paskudska, A., Kolodziejczyk, D., and Socha, S. (2018). The use herbs in animal nutrition. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 17(2): 3-14. DOI: 10.21005/asp.2018.17.2.01
- Rauw, W. M. (2009). Introduction. In: *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*. (Rauw, W. M., ed.) CAB International: London.
- Scheffler, W. (1981). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N.A.

ANEXOS

Anexo 1.

Prueba de normalidad del peso al empezar el ensayo



Anexo 2.

Prueba de varianzas iguales: Peso inicial vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	5	0.78688	1.45602	5.60407
2	5	1.15367	2.13471	8.21628
3	5	0.66563	1.23167	4.74055

Prueba de Bartlett (distribución normal)

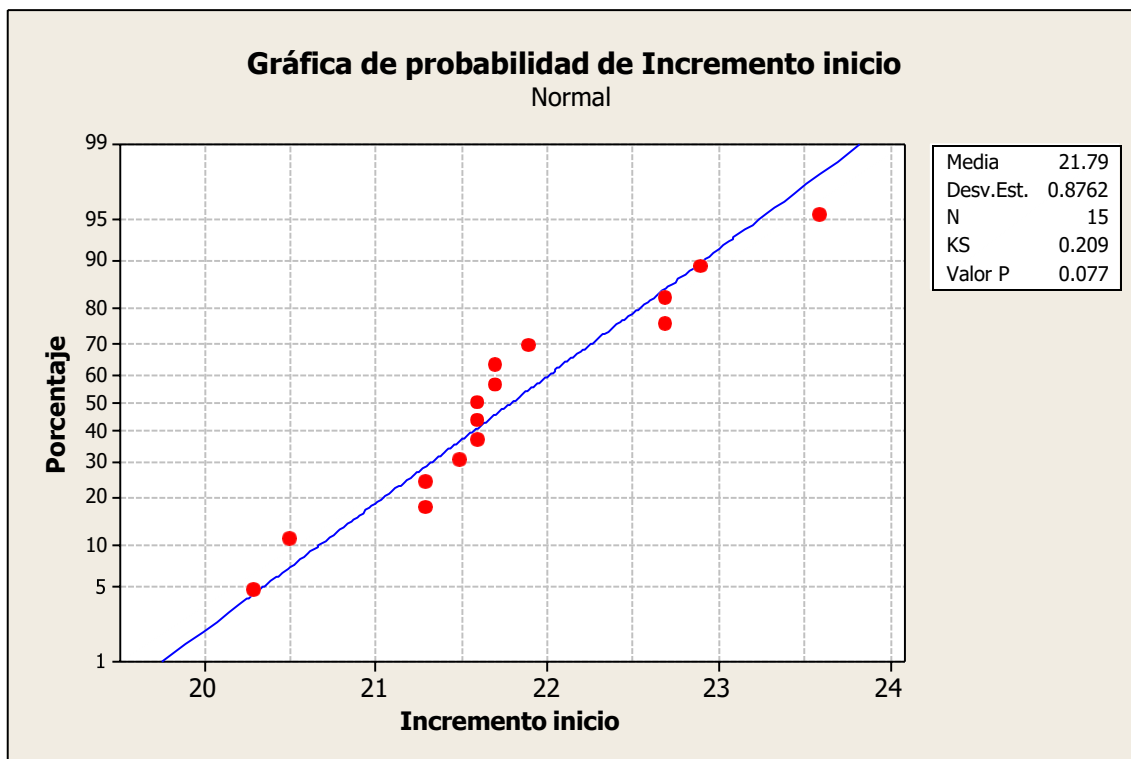
Estadística de prueba = 1.19, valor p = 0.553

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.41, valor p = 0.671

Anexo 3.

Prueba de normalidad del incremento de peso en el período de “inicio”



Anexo 4.

Prueba de varianzas iguales: Incremento inicio vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	5	0.363338	0.67231	2.58765
2	5	0.626064	1.15845	4.45874
3	5	0.344778	0.63797	2.45546

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.69, valor p = 0.429

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.31, valor p = 0.739

Anexo 5.

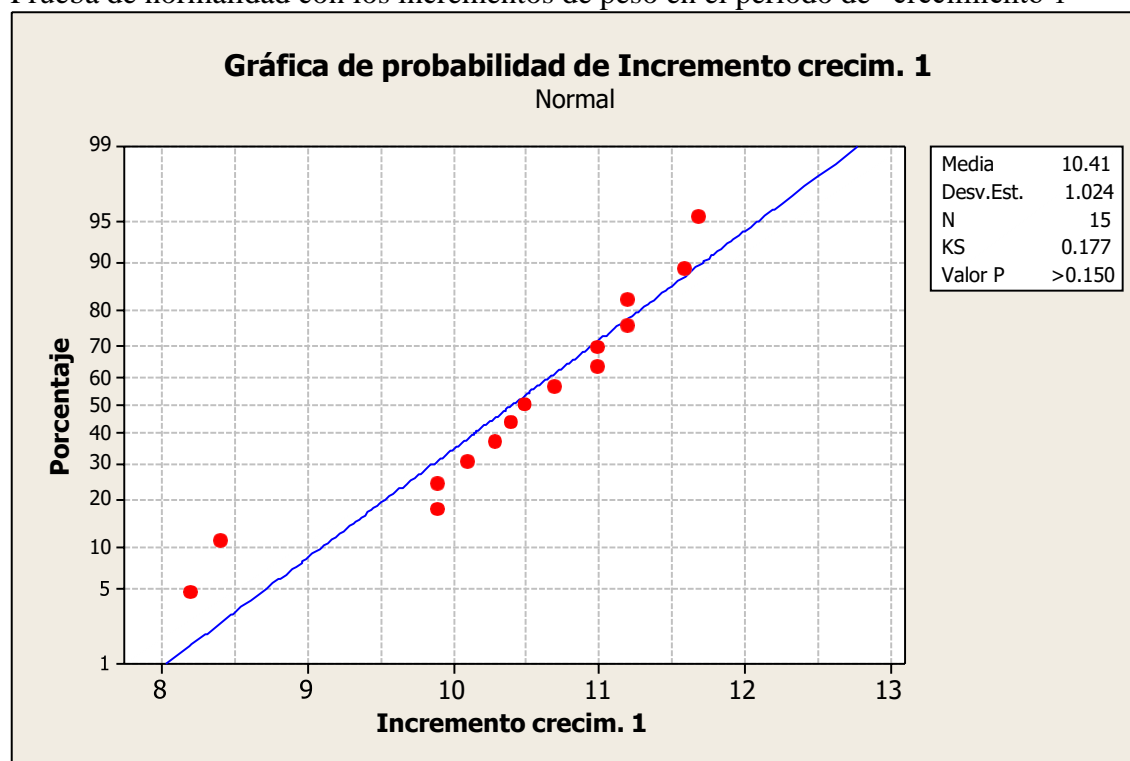
ANOVA unidireccional: Incremento inicio vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Tratamiento	2	1.945	0.973	1.33	0.302	N.S.
Error	12	8.804	0.734			
Total	14	10.749				

S = 0.8565 R-cuad. = 18.10% R-cuad.(ajustado) = 4.45%

Anexo 6.

Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el período de “crecimiento 1”



Anexo 7.

Prueba de varianzas iguales: Incremento crecim. 1 vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	5	0.602529	1.11490	4.29113
2	5	0.675001	1.24900	4.80727
3	5	0.248834	0.46043	1.77216

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 3.25, valor p = 0.197

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.58, valor p = 0.573

Anexo 8.

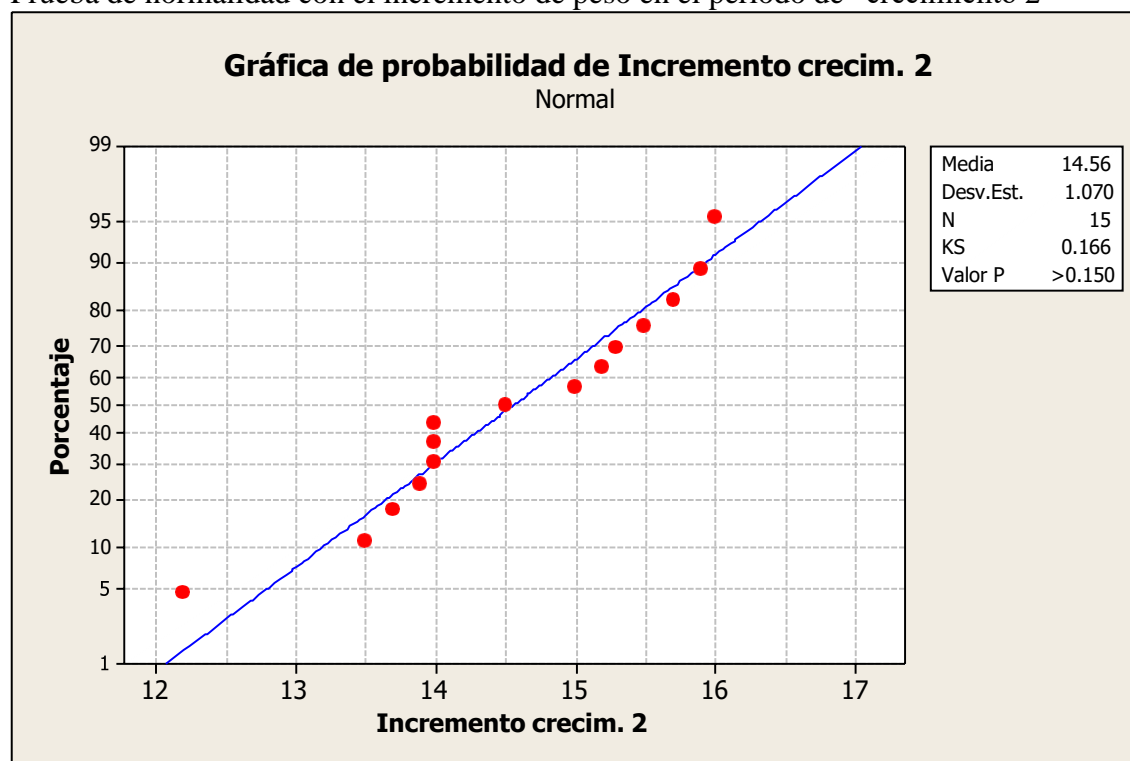
ANOVA unidireccional: Incremento crecim. 1 vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	2.61	1.30	1.30	0.309 N.S.
Error	12	12.06	1.00		
Total	14	14.67			

S = 1.002 R-cuad. = 17.79% R-cuad.(ajustado) = 4.09%

Anexo 9.

Prueba de normalidad con el incremento de peso en el período de “crecimiento 2”



Anexo 10.

Prueba de varianzas iguales: Incremento crecim. 2 vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	5	0.709390	1.31263	5.05218
2	5	0.493247	0.91269	3.51284
3	5	0.547681	1.01341	3.90051

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.52, valor p = 0.771

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.15, valor p = 0.861

Anexo 11.

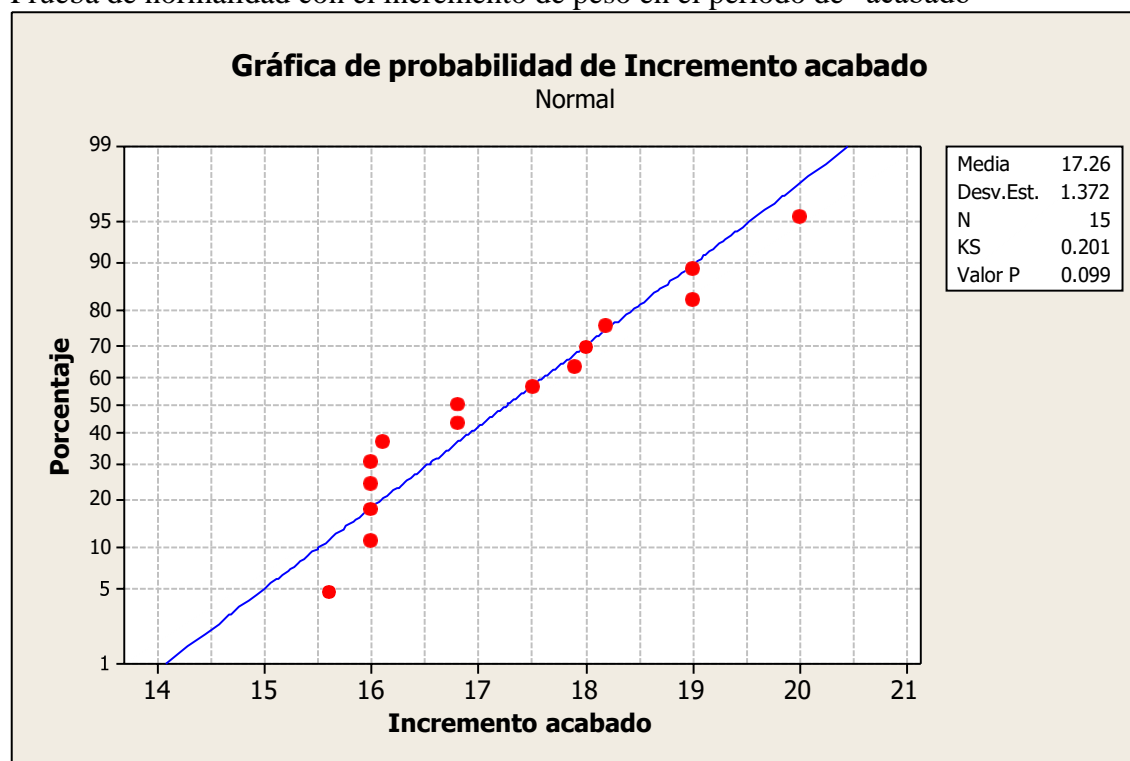
ANOVA unidireccional: Incremento crecim. 2 vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	1.68	0.84	0.70	0.513 N.S.
Error	12	14.33	1.19		
Total	14	16.02			

S = 1.093 R-cuad. = 10.51% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 12.

Prueba de normalidad con el incremento de peso en el período de “acabado”



Anexo 13.

Prueba de varianzas iguales: Incremento acabado vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	5	0.81996	1.51723	5.83967
2	5	1.05350	1.94936	7.50288
3	5	0.31280	0.57879	2.22771

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 4.37, valor p = 0.112

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.63, valor p = 0.552

Anexo 14.

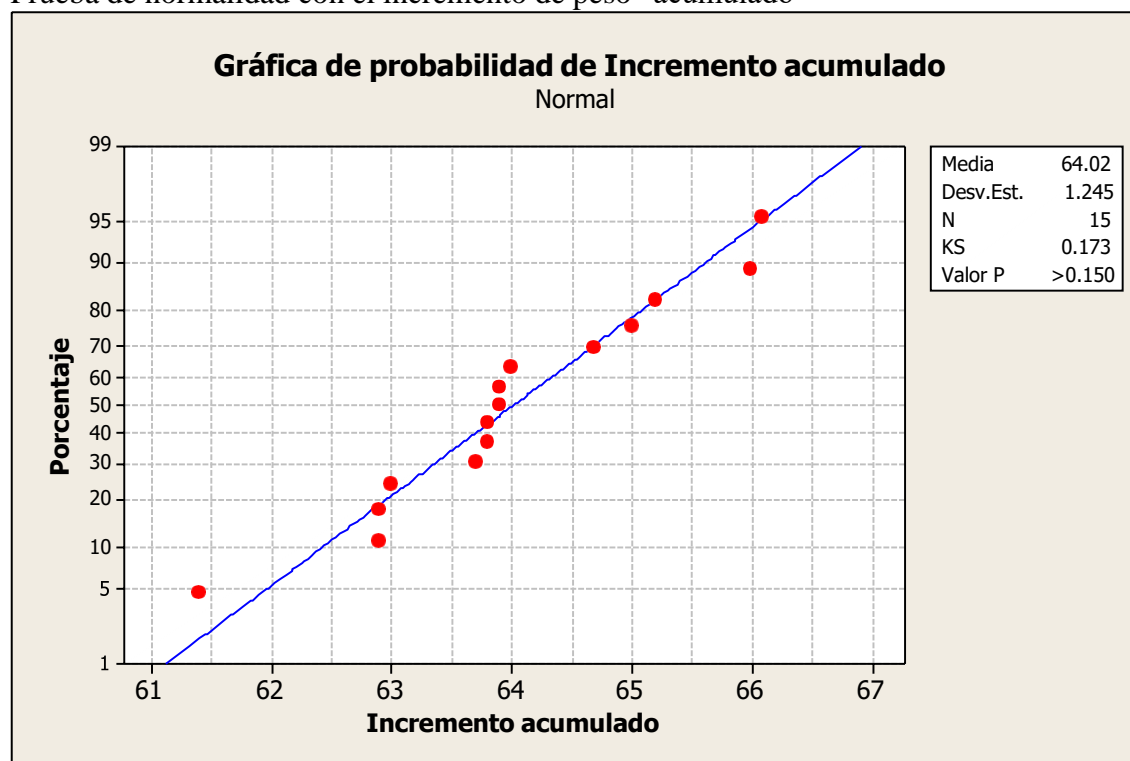
ANOVA unidireccional: Incremento acabado vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.59	0.29	0.14	0.873 N.S.
Error	12	25.75	2.15		
Total	14	26.34			

S = 1.465 R-cuad. = 2.23% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 15.

Prueba de normalidad con el incremento de peso “acumulado”



Anexo 16.

Prueba de varianzas iguales: Incremento acumulado vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	5	0.23119	0.42778	1.64650
2	5	1.00715	1.86360	7.17279
3	5	0.64559	1.19457	4.59778

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 6.05, valor p = 0.049

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 1.87, valor p = 0.197

Anexo 17.

ANOVA unidireccional: Incremento acumulado vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	1.37	0.69	0.40	0.676 N.S.
Error	12	20.33	1.69		
Total	14	21.70			

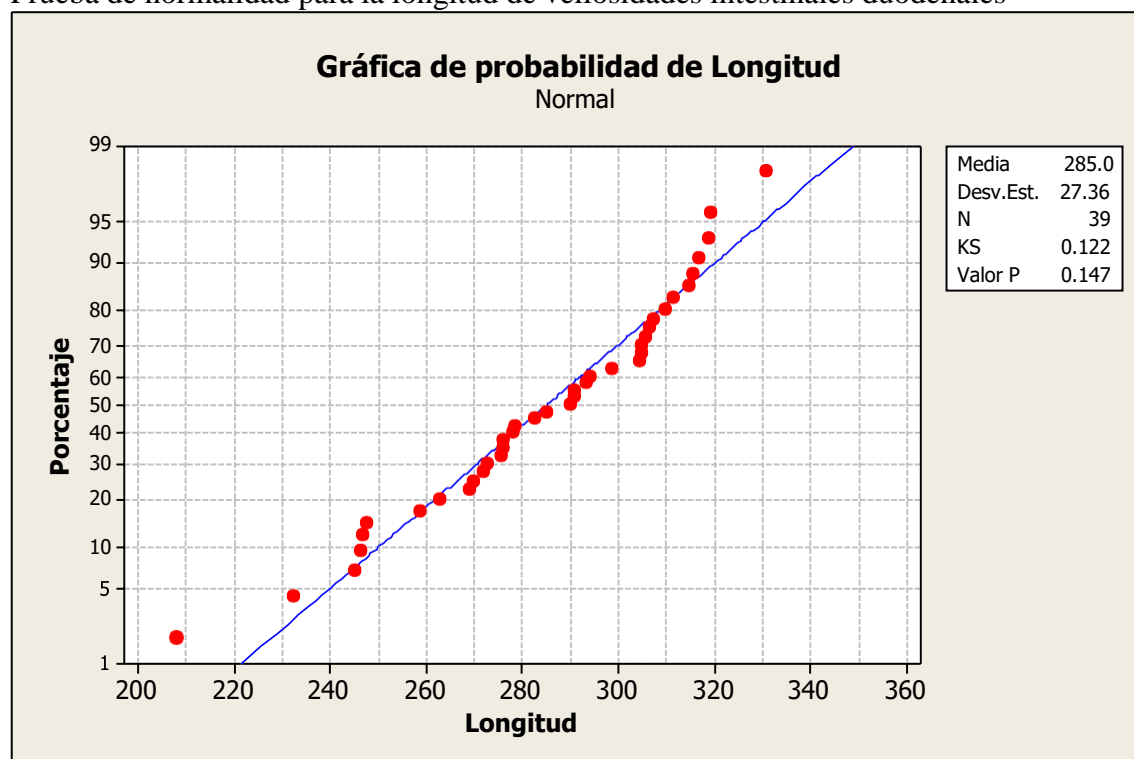
S = 1.302 R-cuad. = 6.32% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Complemento del ANOVA en arreglo factorial 3x2 considerando sexo

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	5	10.29	2.058		
A	2	1.368	0.684	<1	NS
B	1	1.57	1.57	1.24	NS
AB	2	7.352	3.676	2.90	NS
Error	9	11.41	1.268		
Total	14	21.70			

Anexo 18.

Prueba de normalidad para la longitud de vellosidades intestinales duodenales



Anexo 19.

Prueba de varianzas iguales: Longitud vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	9	9.5892	15.3823	34.8344
2	17	17.9395	25.6090	43.1921
3	13	20.6742	30.8800	57.7554

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 3.84, valor p = 0.147

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 1.85, valor p = 0.172

Anexo 20.

ANOVA unidireccional: Longitud vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	4622	2311	3.49	0.041 *
Error	36	23829	662		
Total	38	28451			

S = 25.73 R-cuad. = 16.24% R-cuad.(ajustado) = 11.59%

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

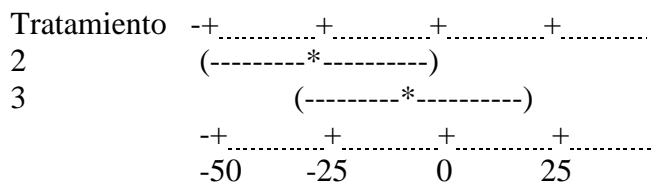
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Tratamiento

Nivel de confianza individual = 98.06%

Tratamiento = 1 restado de:

Tratamiento Inferior Centro Superior

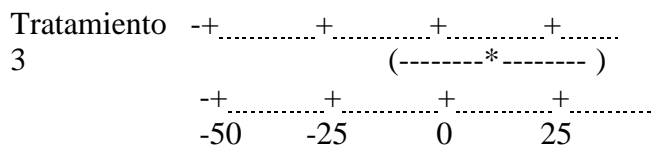
2	-52.89	-26.94	-0.99
3	-38.55	-11.26	16.04



Tratamiento = 2 restado de:

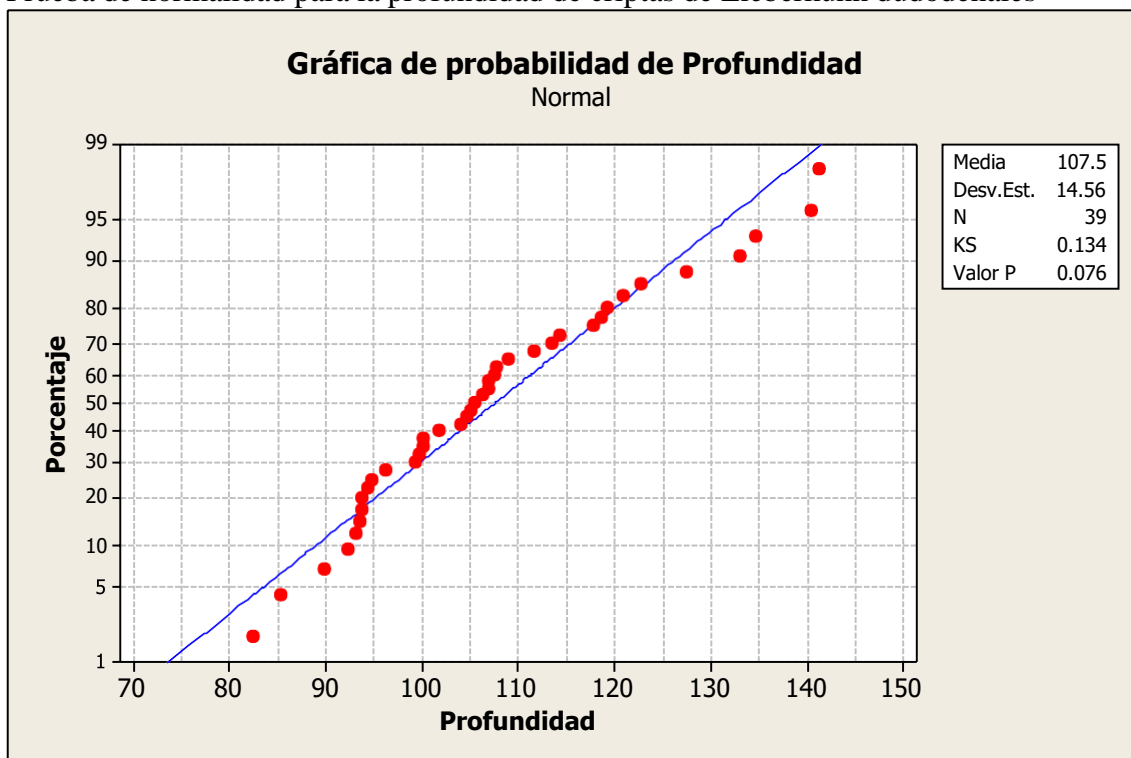
Tratamiento Inferior Centro Superior

3	-7.51	15.68	38.87
---	-------	-------	-------



Anexo 21.

Prueba de normalidad para la profundidad de criptas de Lieberkuhn dudodenales



Anexo 22.

Prueba de varianzas iguales: Profundidad vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	9	5.9897	9.6083	21.7587
2	17	10.6819	15.2486	25.7183
3	13	11.5353	17.2297	32.2251

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 2.81, valor $p = 0.245$

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.97, valor $p = 0.388$

Anexo 23.

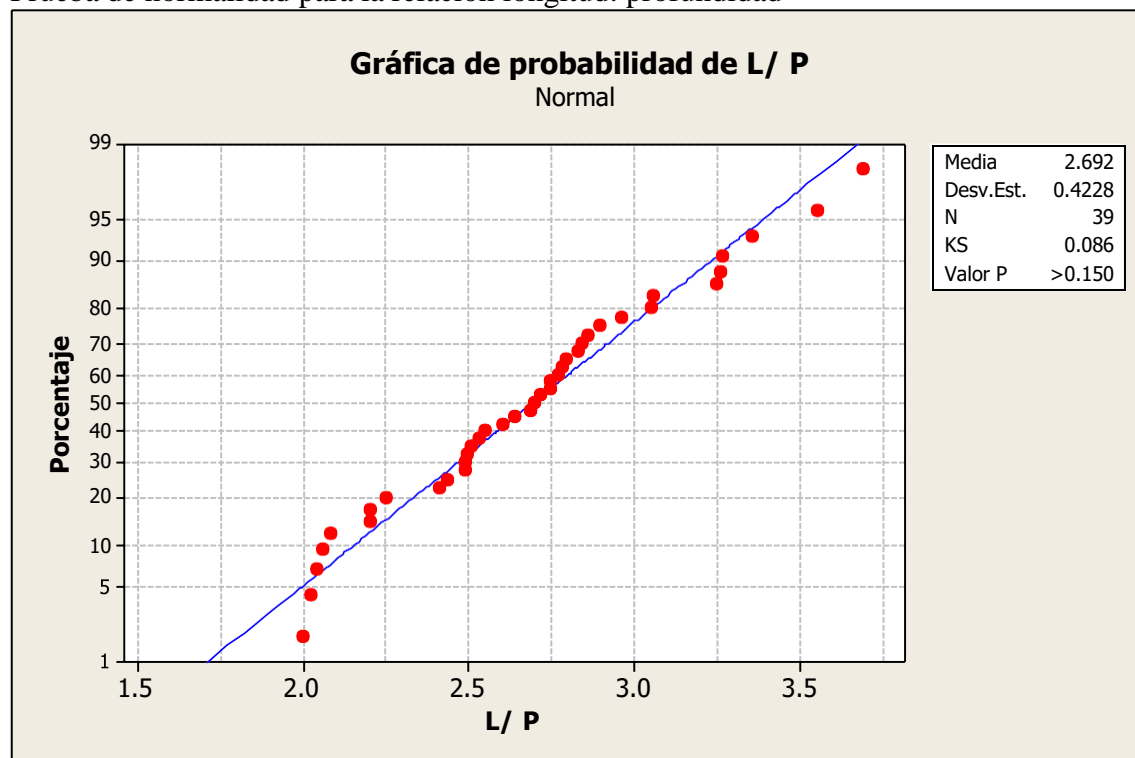
ANOVA unidireccional: Profundidad vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	39	20	0.09	0.916 N.S.
Error	36	8021	223		
Total	38	8060			

$S = 14.93$ R-cuad. = 0.49% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 24.

Prueba de normalidad para la relación longitud: profundidad



Anexo 25.

Prueba de varianzas iguales: L/ P vs. Tratamiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	9	0.195248	0.313202	0.709270
2	17	0.289764	0.413644	0.697652
3	13	0.319158	0.476708	0.891597

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.50, valor p = 0.471

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.63, valor p = 0.538

Anexo 26.

ANOVA unidireccional: L/ P vs. Tratamiento

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.545	0.272	1.57	0.222 N. S.
Error	36	6.249	0.174		
Total	38	6.794			

S = 0.4166 R-cuad. = 8.02% R-cuad.(ajustado) = 2.91%

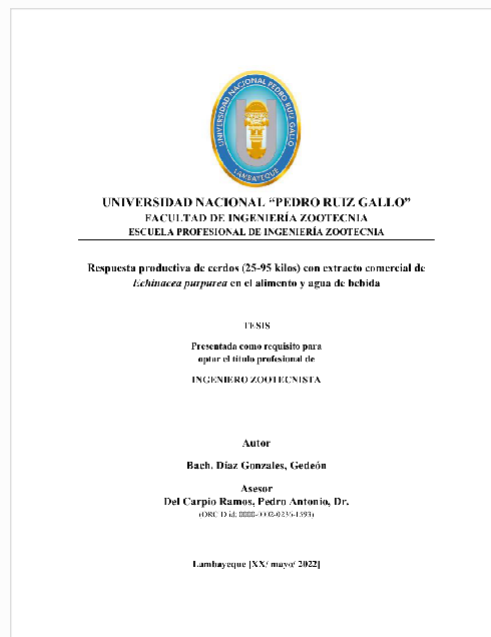


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Gedeón Díaz Gonzales
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Respuesta productiva de cerdos (25 - 95 kilos) con extracto c...
Nombre del archivo: Tesis_Gedeo_n_Di_az.pdf
Tamaño del archivo: 3.6M
Total páginas: 67
Total de palabras: 15,492
Total de caracteres: 80,165
Fecha de entrega: 04-may.-2022 10:41p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1828653088



Respuesta productiva de cerdos (25 - 95 kilos) con extracto comercial de Echinacea purpurea en el alimento y agua de bebida

por Gedeón Díaz Gonzales

Fecha de entrega: 04-may-2022 10:41p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1828653088

Nombre del archivo: Tesis_Gedeo_n_Di_az.pdf (3.6M)

Total de palabras: 15492

Total de caracteres: 80165



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

Respuesta productiva de cerdos (25 - 95 kilos) con extracto comercial de Echinacea purpurea en el alimento y agua de bebida

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	2%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
4	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	Jhosseline Puente V., Fernando Carcelén C., Miguel Ara G., Sandra Bezada Q. et al. "Efecto de la suplementación con niveles crecientes de probióticos sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (Cavia porcellus)", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2019 Publicación	<1 %
6	www.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	<1 %



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor