

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**“Determinación del contenido de polifenoles del polvo y extracto del
follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) y su efecto en la alimentación de
cerdos en posdestete”**

AUTOR:

Elvia Sarbelia Duchitanga Quito

DIRECTOR DE PROYECTO:

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD

PUYO – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Elvia Sarbelia Duchitanga Quito, con C.I:1400941017, certifico que los criterios y opiniones que consta en el Proyecto de Investigación y Desarrollo bajo el tema: **“Determinación del contenido de polifenoles del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”**. Son de mi autoría y exclusiva responsabilidad.

Elvia Sarbelia Duchitanga Quito

1400941017

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Willan Orlando Caicedo Quinche, con C.I: 1600446114, certifico que la egresada Elvia Sarbelia Duchitanga Quito, realizo el Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado: **“Determinación del contenido de polifenoles del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario bajo mi supervisión.

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD
1600446114
DIRECTOR DEL PROYECTO

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título: “Determinación del contenido de polifenoles del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”

Autor (a): Elvia Sarbelia Duchitanga Quito

Unidad de Titulación: Ingeniería Agropecuaria

Director del proyecto: Willan Orlando Caicedo Quinche

Fecha: 07 de enero del 2019

Introducción y contexto de la investigación:

- Los principios activos de las plantas (fitobióticos) pueden actuar con promotores de crecimiento alternativos que garantizan un crecimiento óptimo de los animales para reducir el uso de antibióticos en la porcicultura. Las plantas medicinales son una fuente de fitobióticos importante por sus propiedades preventivas y curativas contra enfermedades, tienen un amplio margen de seguridad en su inclusión y no tienen residualidad en el producto final

Cumplimiento de objetivos

- Se realizó la evaluación del efecto del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) en los indicadores productivos de cerdos en posdestete.

Principales resultados obtenidos

- Determinación del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en el polvo y extracto del follaje de anís silvestre.
- Determinación el consumo, ganancia peso, conversión alimentaria, peso final y la incidencia de diarreas en cerdos en posdestete alimentados con polvo y extracto del follaje anís silvestre.

La estudiante Elvia Sarbelia Duchitanga Quito ha mostrado durante el desarrollo de la investigación una elevada dedicación y un alto grado de independencia, sirviendo como guía de los principales elementos a desarrollar en la investigación.

Se destacó la actividad curricular por su rendimiento académico, mostrado durante la investigación interés, estimulación en el mismo, lo cual condujo a culminar de forma exitosa el trabajo, cumpliendo con las 400 horas establecidas en el Reglamento de Régimen Académico de la UEA.

La presentación final del trabajo cumple con las normas establecidas en la reglamentación institucional.

La redacción, ortografía, calidad de los gráficos, tablas y anexos es adecuada.

Sin otro particular.

Atentamente,

Willan Orlando Caicedo Quinche
1600446114

AVAL

Dr. C

Willan Orlando Caicedo Ph.D

Docente de la Universidad Estatal Amazónica avaliza el Proyecto de investigación.

Título: “Determinación del contenido de polifenoles del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”

Autor(a): Elvia Sarbelia Duchitanga Quito.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de investigación y considero que cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la norma vigente de la institución.

Por lo antes expuesto se avala el proyecto de investigación para que sea presentado ante la coordinación de la carrera Ingeniería Agropecuaria como forma de la titulación como Ingeniería en Agropecuaria y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que, si conste, firmo la presente a los 24 días del mes de enero del 2019

Atentamente,

Dr. C. Willan Caicedo Quinche

1600446114



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 124-IL-UEA-2018

Puyo, 07 de enero de 2019

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El trabajo de titulación correspondiente a la estudiante. DUCHITANGA QUITO ELVIA SARBELIA C.I. 1400941017, con el Tema: "Determinación del contenido de polifenoles del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete", de la carrera Ingeniería Agropecuaria, Director de proyecto Dr.C. Willian Orlando Caicedo, PhD, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 7 de enero de 2019 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO TERMINADO.docx (D46503606)
Submitted: 1/7/2019 6:29:00 PM
Submitted By: wcaicedo@uea.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:

<http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2018/enero/6.pdf>

Instances where selected sources appear:

16

CERTIFICADO DE APROVACION DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACION.

El proyecto de investigación y desarrollo, titulado: “**Determinación del contenido de polifenoles del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete**”, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez, PhD

Presidente del tribunal

Dr. Francisco Lam Romero, PhD

Miembro del tribunal

MSc. Pablo Ernesto Arias.

Miembro del tribunal

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la vida, salud y permitir que mi objetivo planteado se haga realidad, a mi hijo Rodney Auquilla por ser uno de mis pilares fundamentales, a mi madre Elvia Dolores Quito Lojano y a mi padre Juan Enrique Duchitanga Nivicela por estar siempre conmigo apoyándome e inculcándome buenos valores para mi formación personal.

Un agradecimiento especial a mis hermanos: Freddy, Rovinzón, Warner, Mercy y Melva por el apoyo brindado para lograr mi meta tan anhelada.

Un agradecimiento especial a mis sobrinas: Paola Duchitanga, Aleyda Álvarez, M. Belén Culcay y Sofía Duchitanga.

Un agradecimiento especial al Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD, por brindarme su apoyo, compartir sus conocimientos y depositar su confianza en mí, para la elaboración del proyecto de investigación.

Un agradecimiento especial a todos los docentes de la Universidad Estatal Amazónica, que formaron parte de mi formación profesional.

Un agradecimiento a mis amigos: Fernando Chico, Franklin Heras, Marisol Tipanquiza, Dannes Tanguila y Erika Vilema, por compartir gratos momentos en toda la etapa de mi carrera.

A todos muchas gracias.

DEDICATORIA

Quiero dedicar a Dios por darme la vida, sabiduría y mucha fuerza, para seguir adelante y no rendirme en los momentos de dificultad en el transcurso de mi formación profesional.

Una dedicatoria especial a mi hijo Rodney Auquilla, por ser el pilar fundamental en mi vida, y hacer que cada esfuerzo valga la pena.

Una dedicatoria especial a mi madre Elvia Dolores Quito Lojano y a mi padre Juan Enrique Duchitanga Nivicela, por su gran esfuerzo, dedicación y amor brindado para salir adelante con mi meta planteada, sin el apoyo de ustedes no estaría en donde estoy ahora DIOS LES BENDIGA.

Una dedicatoria especial a mis hermanos; Freddy, Rovinzón, Warner y hermanas; Mercy, Melva, por estar apoyándome en los años de estudio.

Una dedicatoria a mis amigos; Fernando Chico, Franklin Heras, Marisol Tipanquiza, Dannes Tanguila y Erika Vilema, por demostrarme una amistad sincera, leal y verdadera hacia mi persona.

Elvita

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

En el Laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica e instalaciones de porcinos del CIPCA, se evaluó el efecto del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) en los indicadores productivos de cerdos en posdestete. En el polvo y extracto cocido de follaje de anís silvestre se determinó el contenido de polifenoles totales por el ensayo FOLIN, y la capacidad antioxidante por los ensayos FRAP y ABTS. Los tratamientos fueron T0: Pienso comercial; T1: Pienso comercial + inclusión de 1g de polvo de follaje de anís por cada 100 g de pienso; T2: Pienso comercial + inclusión de 1 ml de extracto de follaje de anís por cada 100 g de pienso. Se utilizó 21 animales mestizos machos (Largewhite x Duroc) de 21 días de edad, con un peso promedio de 6,5 kg y se ubicaron en jaulas individuales de 0,80 m x 1,0 m (0,80 m²). Para analizar los datos se realizó ANOVA y para comparar las medias se utilizó la dócima de Tukey con $P < 0,05$. El polvo del follaje de anís presentó la mayor concentración de polifenoles totales (9,77 mg ácido gálico/ml de muestra) en relación al extracto (0,10 mg ácido gálico/ml de muestra). En los ensayos FRAP y ABTS el polvo de follaje de anís silvestre mostró la mayor capacidad antioxidante (2,49 y 0,11 mg TROLOX/ml de muestra) en relación con el extracto (0,10 y 0,035 mg TROLOX/ml de muestra). El tratamiento en que se incluyó extracto de follaje de anís T2 presentó el mejor consumo, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final y difirió significativamente ($P < 0,05$) de los tratamientos T1 y T0 respectivamente. El empleo de 1% de polvo y extracto del follaje de anís de los tratamientos T1 y T2 redujo significativamente ($P < 0,001$) la incidencia de las diarreas en los cerdos con relación al tratamiento T0 durante los 14 días de estudio. La inclusión de polvo y extracto de follaje de anís al 1% en la alimentación de cerdos en posdestete mejoró el consumo, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final y redujo la incidencia de diarreas.

PALABRAS CLAVES: cerdos en posdestete, fitobiótico, follaje verde, *Piper auritum*.

SUMMARY AND KEYWORDS

In the Chemistry Laboratory of the Amazon State University and pig installations of CIPCA, the effect of powder and extract of the foliage of wild anise (*Piper auritum*) on the productive indicators of pigs in the post-weaning period was evaluated. In the powder and cooked extract of wild anise foliage the total polyphenol content was determined by the FOLIN assay, and the antioxidant capacity by the FRAP and ABTS assays. The treatments were T0: commercial feed; T1: commercial feed + inclusion of 1g of anise foliage powder per 100 g of feed; T2: commercial feed + inclusion of 1 ml of anise foliage extract per 100 g of feed. We used 21 male crossbred animals (Largewhite x Duroc) of 21 days of age, with an average weight of 6.5 kg and were placed in individual cages of 0,80 m x 1,0 m (0,80 m²). To analyze the data, ANOVA was performed, and to compare the means, the Tukey test with $P < 0,05$ was used. The anise foliage powder showed the highest concentration of total polyphenols (9.77 mg gallic acid/ml of sample) in relation to the extract (0,10 mg gallic acid/ml of sample). In the FRAP and ABTS assays, wild anise foliage powder showed the highest antioxidant capacity (2,49 and 0,11 mg TROLOX / ml sample) in relation to the extract (0.10 and 0,035 mg TROLOX / ml sample). The treatment included leaf extract of anise T2 presented the best consumption, weight gain, feed conversion, final weight and differed significantly ($P < 0,05$) from treatments T1 and T0 respectively. The use of 1% powder and extract of the anise foliage of the treatments T1 and T2 significantly reduced ($P < 0,001$) the incidence of diarrhea in the pigs in relation to the T0 treatment during the 14 days of the study. The inclusion of powder and extract of 1% anise foliage in post-weaning pigs improved consumption, weight gain, feed conversion, final weight and reduced the incidence of diarrhea.

KEY WORDS: postweaning pigs, phytobiotic, green foliage, *Piper auritum*

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.5. OBJETIVOS.....	18
1.5.1. Objetivo general.	18
1.5.2. Objetivos específicos.....	18
CAPITULO II.....	19
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
2.1. Manejo de lechones en la etapa de posdestete.....	19
2.1.1. Desarrollo del tracto gastrointestinal (TGI) del lechón.....	19
2.1.2. Alimentación del lechón.....	19
2.1.3. Presencia de diarreas en la fase de posdestete.....	20
2.2. Descripción botánica del anís Silvestre (<i>Piper auritum</i>).....	20
2.2.1. Composición química del follaje.....	21
2.3. Métodos utilizados para la determinación de polifenoles.....	21
2.3.1. Método FOLIN.....	22
2.3.2. Método FRAP.....	22
2.3.3. Método ABTS.....	22
CAPÍTULO III.....	24
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1. LOCALIZACIÓN.....	24
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.3. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.3.1. Elaboración del polvo y extracto del follaje de anís.....	24

3.3.2. Determinación de polifenoles y actividad antioxidante	24
3.3.2.1. Método FOLIN (Folin-Ciocalteu)	24
3.2.2.2. Método FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power).....	25
3.2.2.3. Método ABTS ácido 2,2 azinobis (3-etilbenzotiazolin - 6 – sulfónico).....	26
3.3.3. Determinación de Indicadores Productivos de los Cerdos.	27
3.3.3.1. Ganancia de peso día, kg.	27
3.3.3.2. Conversión alimentaria.....	27
3.3.3.3. Incidencia de diarreas.	27
3.3.3.6. Selección de los animales para el ensayo.	27
3.3.5. Manejo de la Alimentación.	27
3.3.5. Análisis Estadístico.	28
3.3.6. Factores de Estudio.....	29
CAPÍTULO IV	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
CAPÍTULO V	36
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
5.1. CONCLUSIONES.....	36
5.2. RECOMENDACIONES	36
CAPÍTULO VI	37
6.1. BIBLIOGRAFÍA	37

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En la producción porcina, la fase de posdestete es una etapa del desarrollo en el cual los lechones provienen de una alimentación a base de leche materna, que en lo posterior deben hacer la transición de la dependencia materna hacia un alimento sólido, por lo tanto, esta es una de las etapas más estresantes de la vida del animal y puede causar disfunciones intestinales e inmunológicas con efectos adversos sobre el crecimiento, la salud y la ingesta alimentaria (Mariscal y Escobar, 2010).

La porcicultura convencional ecuatoriana es demandante en el uso de antibióticos promotores de crecimiento para prevenir las enfermedades gastrointestinales y mejorar la salud de los cerdos en posdestete, ya que esta etapa es un período crítico en el que se producen una serie de trastornos digestivos provocados generalmente por *Escherichia coli*. Sin embargo, a partir del 1 de enero de 2006 en la Unión Europea se prohibió el uso de antibióticos como promotores de crecimiento, debido a la presencia de residuos de estos productos en la carne (Guijarro y Sánchez, 2014).

En la actualidad dentro de la alimentación porcina se están investigando una serie de alimentos funcionales o nutraceuticos como promotores de crecimiento tales como: prebióticos, acidificantes y fitobióticos, que son una alternativa viable para reducir los microorganismos patógenos para mejorar la inmunidad y la salud intestinal de los animales (Ding, Zhang, He, Huang, Yin, 2011).

Los principios activos de las plantas (fitobióticos) pueden actuar con promotores de crecimiento alternativos que garantizan un crecimiento óptimo de los animales para reducir el uso de antibióticos en la porcicultura. Las plantas medicinales son una fuente de fitobióticos importante por sus propiedades preventivas y curativas contra enfermedades, tienen un amplio margen de seguridad en su inclusión y no tienen residualidad en el producto final (Toro et al., 2017).

En Ecuador existe el anís silvestre (*Piper auritum*) este posee un buen contenido de polifenoles. Estudios realizados en conejos con extracto de anís, reportaron que no hubo muertes, ni se apreciaron síntomas y signos de toxicidad e irritabilidad. En este estudio no hubo afectación en el peso, este se mantuvo dentro del rango esperado para la especie, y similar tanto en el grupo tratado como en el control (López, García, Boucourt, Morejón, 2014).

Los compuestos polifenólicos tienen funciones trascendentales en la reducción de las especies reactivas del oxígeno (Chahar y Sharma, 2017). Estos radicales atacan y modifican un rango amplio de macromoléculas que tienen funciones importantes a nivel celular; enzimas, ácidos nucleicos y lípidos de membranas. Jun, Jian, Yan y Wei, (2016) y Mohammed y Abbas (2016) enfatizan que estos proveen cambios en las propiedades biológicas de estos compuestos y su mal funcionamiento a nivel celular, lo cual puede conducir al proceso de patologías como el cáncer, enfermedades neurodegenerativas, procesos inflamatorios, enfermedades cardiovasculares, y otras.

En otros estudios, se han encontrado efectos antibacterianos con el uso de extractos de hojas y raíces de *P. auritum*, esto puede estar relacionada con la presencia de flavonoides, terpenos y taninos, a estos metabolitos se les atribuye actividad antimicrobiana (Reena et al., 2012). Los taninos pueden reaccionar con proteínas ricas en prolina para formar complejos irreversibles que provocan la inhibición de la síntesis de proteínas, de ahí que estos compuestos posean actividad antibacteriana. Los vegetales que presentan taninos como componente astringente principal, se utilizan para el tratamiento de enfermedades intestinales como diarreas y disenterías (Vu et al., 2017).

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

En la actualidad se están realizando varios trabajos con principios bioactivos de especies vegetales medicinales para utilizarlos en la alimentación de cerdos en posdestete, existen reportes que los metabolitos secundarios presentes en el polvo y extracto del follaje de estas plantas reducen la incidencia de diarreas, y no afectan el consumo, ganancia de peso y conversión alimentaria de los animales. En la región amazónica ecuatoriana (RAE) existe el anís silvestre (*Piper auritum*), el follaje de esta planta posee un buen contenido de principios bioactivos que pueden mejorar la salud intestinal y la productividad de los cerdos, pero se desconoce su uso en lechones de posdestete.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es posible mejorar la salud intestinal de cerdos en posdestete utilizando polvo y extracto de anís silvestre en la dieta, como una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento para mejorar los indicadores productivos.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general.

- Evaluar el efecto del polvo y extracto del follaje de anís silvestre (*Piper auritum*) en los indicadores productivos de cerdos en posdestete.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Determinar la cantidad de polifenoles y la actividad antioxidante de los mismos en el polvo y extracto del follaje de anís silvestre.
- Determinar la ganancia de peso, conversión alimentaria, y presencia o ausencia de diarreas en cerdos en posdestete alimentados con polvo y extracto del follaje anís silvestre.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Manejo de lechones en la etapa de posdestete.

2.1.1. Desarrollo del tracto gastrointestinal (TGI) del lechón.

El desarrollo del tracto gastrointestinal (TGI) de los lechones pasa por tres fases de cambio morfofisiológicos antes del nacimiento: en la primera, se da un periodo de proliferación, crecimiento y morfogénesis; en la segunda, se presenta la diferenciación de las células epiteliales; y, en la tercera, la maduración funcional, inmediatamente después del nacimiento, con el consumo del calostro y de la leche, se establece otra etapa importante en el desarrollo TGI, la cual es responsable de proveer a los neonatos las sustancias protectoras a través de la endocitosis de las inmunoglobulinas presentes en el calostro, así como los metabolitos resultantes de los procesos de digestión y absorción de los nutrimentos de la leche (Souza, Mariscal, Escobar, Aguilera, Magné, 2012).

El cambio de la leche materna a una dieta sólida basada en almidón y proteínas de origen vegetal, hace que el TGI pase por un largo proceso de adaptación, debido a que este no está preparado para digerir dichos nutrimentos, generando cambios morfológicos y funcionales en el TGI que pueden causar trastornos en el consumo de alimento y alteraciones en el proceso digestivo, impidiendo que el animal cubra sus requerimientos de proteína y energía, lo que dificulta su crecimiento inicial, este proceso ocurre principalmente durante la primera semana posdestete; posteriormente, el desarrollo del aparato digestivo está íntimamente ligado con el consumo de alimento sólido, en los animales que consumen una mayor cantidad de alimento hay más consumo de energía, por lo cual, tienen un mayor crecimiento del estómago, páncreas, intestino delgado e hígado, ya que estos órganos consumen aproximadamente 50% de la energía total (Aguilera et al., 2014).

2.1.2. Alimentación del lechón.

El TGI del lechón después del nacimiento está preparado para recibir la leche materna, con un alto contenido de lactosa que hace proliferar los lactobacilos productores de ácidos encargados de acidificar el pH estomacal para facilitar la digestión de proteínas, por otro lado, el gran consumo y digestibilidad de la leche hace desarrollar las vellosidades intestinales teniendo una gran superficie de absorción, donde además pueden actuar los jugos biliares y pancreáticos. Cuando comienza con el alimento sólido se produce una deficiencia de ácido clorhídrico en el estómago que afecta la primera digestión y luego al disminuir el

consumo se atrofian las vellosidades intestinales y hay menos producción de jugos digestivos, por todo esto es que se debe usar materias primas muy digeribles, acidificantes y lograr altos consumos (Danura, 2010).

El efecto que tiene el consumo de alimentos sólidos sobre TGI por un lado es benéfico y estimulador del desarrollo (mucosa gástrica, páncreas y flora microbiana no patógena); por otro lado, es adverso debido a las alteraciones estructurales de la mucosa del intestino delgado y al desarrollo de una flora microbiana patógena, así, dependiendo del órgano digestivo considerado, los efectos en el desarrollo son distintos, como en el intestino delgado, en donde la disminución en la ganancia de peso, el bajo consumo y las alteraciones intestinales, son capaces de producir enfermedades diarreicas durante el destete, y se relacionan con una limitada capacidad del TGI para digerir y absorber eficientemente las dietas iniciadoras (Souza, Mariscal, Escobar, Aguilera y Magné, 2012).

2.1.3. Presencia de diarreas en la fase de posdestete.

Las enfermedades entéricas como las diarreas son un problema de gran importancia dentro de la producción porcina, debido a su impacto económico al producir un incremento en la tasa de mortalidad, los agentes etiológicos causantes de diarreas son muy diversos. La patología más común en lechones que causan diarreas está dada por la bacteria *Escherichia coli* productor de enterotoxinas que provocan una secreción de líquidos y electrolitos por parte de las células epiteliales del intestino, y en casos severos se puede producir la muerte de los animales (Camacho, 2017).

2.2. Descripción botánica del anís Silvestre (*Piper auritum*).

El anís silvestre (*Piper auritum*) corresponde a la familia Piperáceae, se conoce como hoja santa, acuyo, acoyo, hierba santa, cordoncillo blanco, hoja de anís, pimienta sagrada, y x-mark-ulam en lengua maya. Las Piperáceae se establecen en regiones tropicales y subtropicales en todo el mundo, poseen varios usos, dentro de ellos la elaboración de fitomedicamentos (Maldonado, Ortiz, Dorado, 2004; Olivero, Fernández, Stashenko, 2009).

Es una planta con una altura de hasta dos metros, presenta un tallo grueso y erecto, con hojas pecioladas, alternas, ovales, puntiagudas y lampiñas con nervaduras membranosas y largas, el tamaño de sus hojas se presenta entre 15 y 25 centímetros de largo por 12 y 21 centímetros de anchura con pubescencia corta que le proporciona un tacto ligeramente aterciopelado, que presenta un particular olor a anís (Recinos, 2014).

2.2.1. Composición química del follaje.

El género *Piper* presentan metabolitos secundarios que inhiben el crecimiento de un amplio grupo de microorganismos que causan infecciones importantes en el hombre, las plantas y los animales, en la que se pueden identificar los siguientes compuestos, Tablas 1 y 2.

Tabla.1. Composición química del aceite esencial de *Piper auritum*

Componente	I _k	Cantidad relativa, %	
		Hojas	Inflorescencias
2- <i>E</i> -Hexenal	831	0.05	--
α -Terpineno	1020	0.06	0.09
<i>p</i> -Cimeno	1028	0.06	0.10
γ -Terpineno	1061	0.28	0.32
Terpinoleno	1089	0.21	0.22
2-Nonanona	1090	0.22	0.07
Nonanal	1105	--	0.08
Safrol	1302	93.24	90.30
α -Copaeno	1387	0.10	0.05
Metil eugenol	1399	0.46	0.57
<i>trans</i> - β - Cariofileno	1434	0.20	0.18
<i>n</i> -Pentadecano	1473	0.11	0.40
Miristicina	1528	4.34	5.84
Elemicina	1546	0.09	0.55

Fuente: García, Leyva, Martínez y Stashenko, 2007

Tabla.2. Composición química de metabolitos secundarios de *Piper auritum*. MT: Monoterpenos; MTO: Monoterpenos oxigenados; ST: Sesquiterpenos; STO: Sesquiterpenos oxigenados; PhOH: Fenoles; HC: Hidrocarburos; OTROS: Otros compuestos oxigenados

ESPECIE	MT	MTO	ST	STO	PhOH	HC	OTROS
VEGETAL							
<i>Piper auritum</i>	1,2%	0,0%	0,6%	0,2%	0,1%	0,3%	97,5%

Fuente: Castañeda, Muñoz, Martínez, Stanshenko, 2007

2.3. Métodos utilizados para la determinación de polifenoles.

Los diferentes métodos que se usan para determinar los polifenoles se relacionan con la generación de cada radical que actúa a través de una variedad de mecanismos (Álvarez et al., 2009). Para su determinación se pueden utilizar diversos compuestos cromógenos: ABTS (ácido 2,2 azinobis (3-etilbenzotiazolin - 6 - sulfónico), FOLIN (Folin-Ciocalteu), y FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power), estos sirven para determinar la capacidad de los

compuestos fenólicos que contienen los frutos, cortezas o hojas para captar los radicales libres generados, operando así en contra de los efectos perjudiciales de los procesos de oxidación, que implican a especies reactivas de oxígeno (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini y Fett, 2005).

2.3.1. Método FOLIN.

Este método se utiliza como medida del contenido en compuestos fenólicos totales en productos vegetales. Se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin, a un pH básico, dando lugar a una coloración susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765 nm. Este reactivo tiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que medimos para evaluar el contenido de polifenoles (Martínez, Segovia, López, 2010).

2.3.2. Método FRAP.

El análisis de FRAP fue introducido por Pulido, Bravo y Calixto, (2000) para medir la actividad antioxidante total y se basa en la capacidad de los polifenoles para reducir Fe^{3+} a Fe^{2+} . Este método fue modificado recientemente para su uso en microplacas de 96-pozos (Tsao y Deng, 2004), dando una reproducibilidad mejor y un rendimiento de procesamiento más alto de muestras. El análisis se basa en el poder reductor de un antioxidante que reduce el ion férrico (Fe^{3+}) al ion ferroso (Fe^{2+}); formando un complejo azul. Una absorción alta a una longitud de onda de 700 nm indica un poder de reducción alto del fitoquímico, es decir, una actividad antioxidante alta (Roginsky y Lissi, 2005).

2.3.3. Método ABTS.

ABTS es un compuesto químico utilizado para observar la cinética de reacción de enzimas específicas. Un uso común para ello es en el ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas para detectar la unión de moléculas entre sí. Se usa comúnmente como un sustrato con peróxido de hidrógeno para una enzima peroxidasa o solo con enzimas oxidasas multicobre azules (como la casa o bilirrubina oxidasa). Su uso permite seguir la cinética de reacción de las peroxidases. De esta manera, también se puede usar para seguir indirectamente la cinética de reacción de cualquier enzima productora de peróxido de hidrógeno, o simplemente para

cuantificar la cantidad de peróxido de hidrógeno en una muestra (Re, Pellegrini, Proteggente, Pannala, Rice, 1999).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN.

La presente investigación se realizó en la Universidad Estatal Amazónica. La determinación de polifenoles se determinó en el laboratorio de Química, y el comportamiento productivo se efectuó en el programa de porcinos del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica – CIPCA, ubicado en el Km 44, vía Puyo – Tena, Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo a una altura de 700 msnm, presenta un ambiente tropical, un clima cálido húmedo donde la precipitación anual alcanzada los 4000 mm, una humedad relativa de 80% y temperatura promedio entre 15 a 25 °C (UEA, 2018).

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación es experimental, con modalidad de campo, analítica y bibliográfica.

3.3. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.

3.3.1. Elaboración del polvo y extracto del follaje de anís.

El follaje de anís se obtuvo en la Parroquia Tarqui, cantón Pastaza, en el km 3 ½ de la vía Madre Tierra, en el rancho “Santa Rita”. Se recolectó un total de 10 kg de follaje fresco, las últimas cuatro hojas jóvenes de cada tallo a excepción del cogollo. Para hacer el polvo se realizó el secado de las hojas en una estufa (marca Barnstead modelo 3523), durante 72 horas, a 65 °C, hasta obtener un peso constante, se molió en un molino industrial (marca Thomas-Wiley modelo 4) y se enfundó hasta su utilización. Para la elaboración del extracto se pesó 60 g de follaje fresco y se depositó en un litro de agua hirviendo a 100 °C, se tapó y dejó enfriar por una hora antes de su uso, el extracto se realizó cada día para su uso.

3.3.2. Determinación de polifenoles y actividad antioxidante

3.3.2.1. Método FOLIN (Folin-Ciocalteu)

Primero se preparó el Folin tomando 40 µL de reactivo Folin-Ciocalteu en una dilución 1:1 con agua destilada, se colocará en un matraz aforado de 10 ml, se agitó y se dejó reposar, protegido de la luz por 10 minutos. Se añadió 500 µL de la solución de carbonato de sodio al 10%, luego se aforó a un volumen de 10 ml con agua destilada, se homogenizó la disolución agitando manualmente el matraz aforado, se mantuvo a la oscuridad a temperatura ambiente durante dos horas, y luego se midió las absorbancias a 765 nm contra el blanco (Rivas, Leos, y García, 2016).

Para la preparación de la muestra se tomó 40 µL de muestra a analizar, luego se añadió 500 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu (dilución 1:1 con agua destilada), posteriormente se colocó en un matraz aforado de 10 mL, se agito y se dejó reposar, protegido de la luz, durante 10 minutos, Se añadió 500 µL de la disolución de carbonato de sodio al 10% , se aforo a un volumen de 10 mL con agua destilada, se homogenizo la disolución agitando manualmente el matraz aforado, mantener en la oscuridad a temperatura ambiente durante 2 horas, se midió absorbancias a 765 nm contra el blanco de reactivos.

Los cálculos se realizaron empleando el modelo matemático de la curva de calibración de ácido gálico (mg ácido gálico /L)

$$C = \frac{A + 0,0312}{0,0778}$$

A = valor de absorbancia de las muestras.

C= concentración de polifenoles.

3.2.2.2. Método FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power)

Este método se basa en la capacidad que tiene la sustancia antioxidante para reducir Fe³⁺ a Fe²⁺. El complejo férrico: 2,4,6 – tripiridil-s-triazina (TPTZ) incoloro es reducido a complejo ferroso coloreado. Se empleó una curva de calibración confeccionada con patrón de TROLOX. El reactivo FRAP se elaboró de la siguiente manera:

Primero, se preparó el buffer de acetato 0,3 mM a pH 3,6, para lo cual se pesó 6,1 mg de acetato de sodio trihidratado, se disolvió en 200 mL de agua, se ajustó el pH con una disolución de ácido clorhídrico 40 mM y finalmente se aforó a 250 mL con agua destilada. Para preparar la disolución de 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ), se pesó 31,2 mg y se disolvió en ácido clorhídrico 40 mM hasta aforar en 10 mL. Luego se hizo una disolución 20 mM de cloruro de hierro III, a partir de la sal hexahidratada, para lo cual se pesó 135,2 mg y se disolvió en agua destilada hasta aforar en 25 mL. Finalmente, cada disolución se mezcló en proporción 1:1:10 de TPTZ: cloruro de hierro III: buffer acetato para obtener el reactivo FRAP (Rivas, Leos y Garcia, 2016).

Las muestras se prepararon mediante dilución 1:1000 v/v con metanol y se analizó inmediatamente. Luego se colocó 40 µL de esta disolución de muestra en un matraz de 10 mL y se adicionó 5 mL de disolución de FRAP. Se aforó con agua destilada y se dejó reposar

en una estufa a 37 °C por 30 minutos. Se registró las absorbancias a una longitud de onda de 593 nm (Rivas, Leos y Garcia, 2016).

Los cálculos se realizaron empleando el modelo matemático de la curva de calibración de TROLOX (patrón de antioxidantes):

$$C = \frac{A}{0,1879}$$

A = valor de absorbancia de las muestras.

C= Concentración de antioxidante.

3.2.2.3. Método ABTS ácido 2,2 azinobis (3-etilbenzotiazolin - 6 – sulfónico)

El radical ABTS se generó a partir de su precursor el ácido 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico (ABTS); es un compuesto de color verde-azulado, estable.

Métodos de generación del radical ABTS.

- Disolución de ABTS 7mM. Se disolvieron 0,0384 g de sal amónica cristalizada de ABTS en 10 ml de agua destilada.
- Disolución de persulfato de potasio 2,45mM. Se disolvieron 0,0662 g del reactivo en 100 ml de agua destilada.
- Etanol al 96 % v/v.
- Preparación radical ABTS, se mezcló en partes iguales la disolución de ABTS 7mM y la de persulfato de potasio 2,45 mM. Se mantuvo en la oscuridad a temperatura ambiente durante 16 horas para la formación del radical. Se disolvió con etanol para obtener una absorbancia de 0,8730 (absorbancia inicial) a 730 nm.
- Preparación de las muestras de ensayo. En la cubeta del espectrofotómetro se colocó 20 µL de las diferentes mezclas, diluidas 1:1000 v/v en metanol y se adicionó 3 ml de la disolución del radical ABTS. Se esperó 7 minutos hasta la estabilización de la absorbancia y se realizó la lectura a 730 nm (Re et al., 1999).

Los cálculos se hicieron empleando el modelo matemático de la curva de calibración de TROLOX (patrón de antioxidantes):

$$C = \frac{A - 0,7252}{-0,1304}$$

A = valor de absorbancia de las muestras.

C = Concentración de antioxidantes

3.3.3. Determinación de Indicadores Productivos de los Cerdos.

3.3.3.1. Ganancia de peso día, kg.

La ganancia de peso se obtuvo a partir de la relación entre el peso final menos el peso inicial de los animales dividido para el número de días de la investigación.

3.3.3.2. Conversión alimentaria.

Para la conversión alimenticia se realizó el cálculo en base a la cantidad de kilogramos de alimento consumidos dividido para el incremento de peso durante los días en estudio.

3.3.3.3. Incidencia de diarreas.

Para la incidencia de diarreas se inspeccionó los casos existentes en cada tratamiento, y se aplicó la siguiente formula:

$$ID = \frac{\text{Numero de diarreas}}{\text{Cantidad de animales x total de días}} \times 100$$

ID= Índice de diarrea

3.3.3.6. Selección de los animales para el ensayo.

Se seleccionaron 21 animales mestizos machos (Largewhite x Duroc) de 21 días de edad, con un peso promedio de 6,5 kg.

3.3.4. Adecuación de corrales

Los corrales tuvieron una dimensión de 0,80 m x 1,0 m (0,80 m²), y se ubicaron en piso plástico con su respectivo comedero y bebedero. Se realizó la desinfección con amonio cuaternario a razón de 1 ml por litro de agua, se colocó un animal por cada jaula de (0.82 m²)

3.3.5. Manejo de la Alimentación.

Los lechones se alimentaron de acuerdo al peso vivo, la ración se suministró una vez al día a las 08:30 am, durante 14 días, siguiendo las sugerencias de (Vallejos, Grajales, Losada,

2014). El aporte de nutrientes y formulación de las dietas empleadas se observan en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Análisis nutricional del pienso pre iniciador de la empresa PRONACA.

Nutrientes	Porcentaje
Proteína cruda	21,3%
Grasa (min.)	6,5%
Fibra cruda (max.)	2%
Ceniza (max.)	6,5%
Humedad (max.)	10%

Tabla 4. Formulación de tratamientos

Tratamientos	Formulación
T0	Pienso comercial.
T1	Pienso comercial + inclusión de 1g de polvo de follaje de anís por cada 100 g de pienso.
T2	Pienso comercial + inclusión de 1 ml de extracto de follaje de anís por cada 100 g de pienso.

3.3.5. Análisis Estadístico.

Para analizar los datos de polifenoles totales y capacidad antioxidante, se utilizó estadística descriptiva y se determinó la media y desviación estándar. Para los indicadores de comportamiento productivo, se realizó análisis de varianza en un Diseño Completamente Aleatorizado. Para contrastar las medias se utilizó la dócima de Tukey con $P < 0,05$. Todos los análisis se ejecutaron con el programa estadístico estadístico INFOSTAT versión 1.0 para Windows (Di Casanoves, Balzarini, González, y Robledo 2012).

Modelo matemático.

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

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = Media general. Parámetro, efecto medio.

τ_i = Efecto del i- ésimo bloque tratamiento.

ϵ_{ij} = Error experimental en la unidad j del tratamiento i.

3.3.6. Factores de Estudio.

Variables dependientes.

- Ganancia de peso
- Conversión alimentaria
- Incidencia de diarreas

Variables independientes

- Tratamientos: T0 (Control); T1 (inclusión de polvo); T2 (Inclusión de extracto).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el gráfico 1 se muestra el contenido de polifenoles totales en polvo y extracto de follaje de anís silvestre. El polvo presentó la mayor concentración de polifenoles totales (9,77 mg ácido gálico/ml de muestra) en relación al extracto (0,10 mg ácido gálico/ml de muestra), gráfico 1.

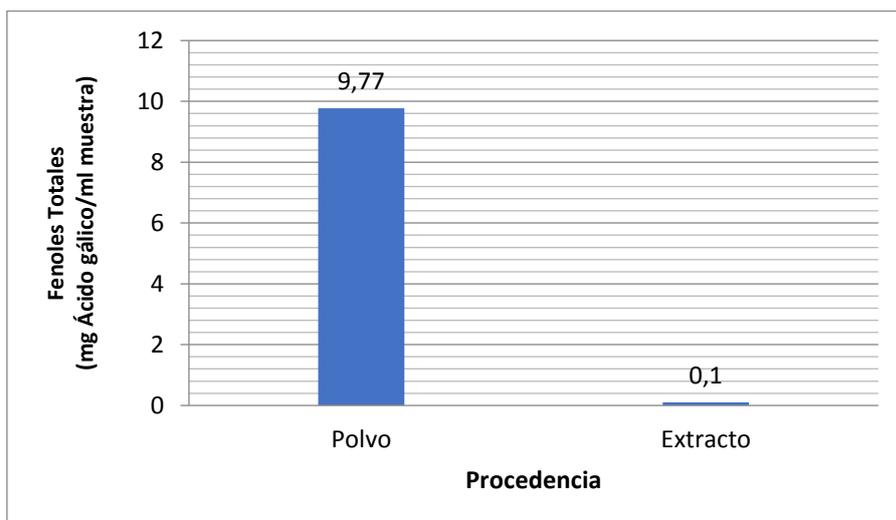


Gráfico 1. Contenido de polifenoles totales en polvo y extracto del follaje de anís silvestre con el método FOLIN.

El polvo del follaje de anís silvestre presentó el mayor contenido de polifenoles. Sin embargo, Valdivia *et al.* (2018) obtuvieron resultados superiores en cuanto al contenido de polifenoles totales (24.70 mg/g) en el follaje seco de anís silvestre producido en Cuba. Esto pudiera explicarse por el gran contenido de fenoles ligados a la pared celular que presenta esta especie. En este sentido, en una investigación desarrollada con diferentes solventes para extraer los polifenoles totales del follaje de *Piper auritum* y *Porophyllum ruderale*, seco o fresco demostraron que es mejor realizar una combinación de solventes: etanol-agua (50:50%) y etanol-agua (70:30%) para obtener una mayor extracción de estos componentes (Conde y Guerrero, 2014). Los compuestos fenólicos son importantes metabolitos secundarios de las plantas ya que promueven efectos beneficiosos para la salud (Matthes y Schmitz, 2009).

Por otra parte, existen reportes que el secado controlado a 65 °C no causa gran impacto sobre la reducción del contenido de polifenoles en los vegetales (Cedeño, 2017), manteniendo la capacidad de absorber radicales de oxígeno, se sugiere que las frutas y verduras

deshidratadas representan alimentos o ingredientes funcionales de gran calidad (Lutz, Hernández y Henríquez, 2015).

En los extractos acuosos y etanólicos del follaje y raíz de *Piper auritum* se encuentran flavonoides, terpenos, taninos, cumarinas y glucósidos cardiotónicos, los cuales son de interés en la industria farmacéutica y agropecuaria (Valdivia et al., 2018). La presencia de terpenoides y flavonoides en los extractos pueden indicar un uso potencial de éstos en diferentes patologías, debido a las propiedades antioxidantes, antidiabéticas, anticancerígenas, antisépticas y antiinflamatorias indicadas a estos compuestos (Craft Adrian, Ryszard y Ronald, 2012). Uguşman, Zakaria, Hui, Nordin y Mahdy, (2012) y Zubair et al. (2013) señalan que la capacidad antioxidante de los flavonoides y los terpenoides sugieren el uso de *Piper auritum* como planta con potencialidades para el tratamiento de patologías relacionadas con el estrés oxidativo, la aterosclerosis, la trombosis, las enfermedades neurodegenerativas, la Diabetes mellitus, el cáncer, las enfermedades coronarias, entre otras.

En los gráficos 2 y 3 se observa la capacidad antioxidante del polvo y extracto del follaje de anís silvestre. En los ensayos FRAP y ABTS el polvo de follaje de anís silvestre presentó la mayor capacidad antioxidante (2.49 y 0.11 mg TROLOX/ml de muestra) en relación con el extracto (0.10 y 0.035 mg TROLOX/ml de muestra).

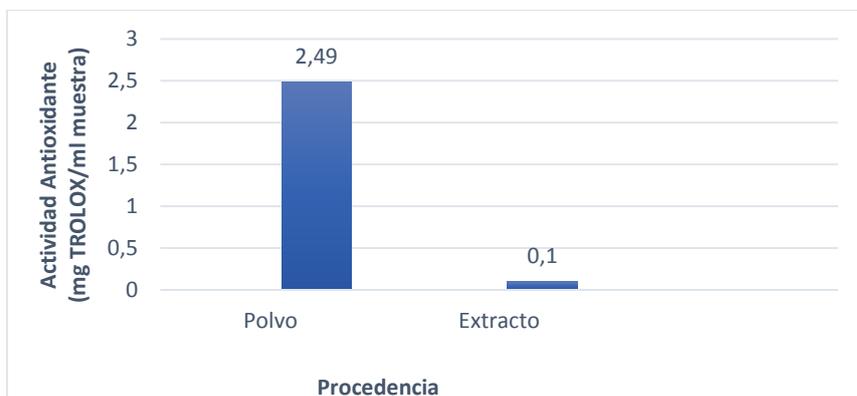


Gráfico 2. Actividad antioxidante en polvo y extracto de follaje de anís con el método FRAP.

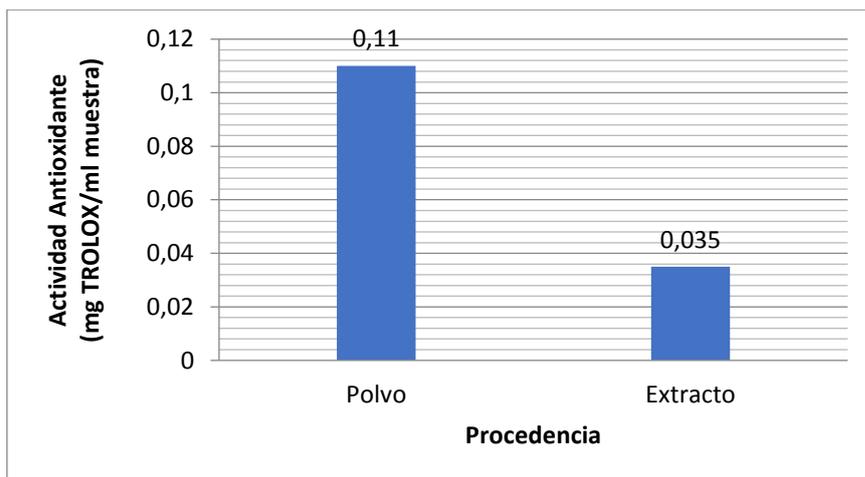


Gráfico 3. Actividad antioxidante en polvo y extracto de follaje de anís con el método ABTS.

El follaje de anís silvestre mostró capacidad antioxidante y fue mayor en el polvo respecto al extracto. Sin embargo, Lilia, Hernandez, Jose, y Guerrero, (2014) obtuvieron menores resultados (7.85 mg de Trolox / g) en el follaje de anís silvestre. Según (Podsdek, Sosnowska, Redzyna y Koziolkiewicz, 2007; Dong y Seung, 2012), esto se debe a que, durante el procesamiento térmico de los vegetales, los cambios cualitativos, la descomposición de los antioxidantes y su lixiviación en el agua circundante puede influir en la actividad antioxidante de los vegetales.

Varios estudios señalan que el follaje de *Piper auritum* posee una buena capacidad antioxidante y se han evidenciado la presencia de terpenos, flavonoides, cumarinas, taninos y glucósidos cardiotónicos, los cuales poseen diversas actividades farmacéuticas (Valdivia et al., 2018).

Los aceites esenciales de *Piper auritum* y *P. holtonii* presentaron actividad antifúngica relativamente buena contra *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, y *B. theobromae* (Pineda, Vizcaíno, García, Gil y Durango, 2012). En otro estudio, los extractos etanólicos de hojas y raíces de *Piper auritum* mostraron buen efecto antibacteriano contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Escherichia coli* ATCC 25922. Con respecto a la actividad antibacteriana contra cepas asociadas a mastitis, los mejores resultados se obtuvieron con los extractos de hojas, lo que sugiere el uso potencial de los extractos de *Piper auritum* para el tratamiento de la mastitis u otros trastornos infecciosos e inflamatorios en animales (Valdivia et al., 2018).

Así también, Rojas et al. (2014) determinaron actividad antibacteriana contra *Pectobacterium carotovorum*, la cual fue asociada con la presencia de monoterpenos que

pueden provocar daños estructurales y funcionales a las membranas lipídicas. De hecho, Hyldgaard, Mygind y Meyer, (2012) y Rajendran, Pallaiyan y Selvaraj, (2014) mencionan que estos metabolitos interactúan con proteínas de membrana e inducen cambios en la polaridad de esta estructura, provocando la liberación del material intracelular de las bacterias.

En otro estudio desarrollado por Pérez, Flores y Neira, (2012) se investigó el efecto del extracto de *Piper auritum* en ratas diabéticas. La administración oral del extracto a una dosis de 200 y 400 mg/kg de peso corporal/día durante 28 días redujo significativamente la glicación de la LDL, el aumento de la glucosa renal y los niveles de sustancia reactiva al ácido tiobarbitúrico en los riñones de ratas diabéticas.

En la tabla 5 se observa los indicadores de comportamiento productivo de los lechones en posdestete alimentados con polvo y extracto del follaje de anís silvestre. El tratamiento que incluyó extracto de follaje de anís T2 presentó la ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final y difirió significativamente ($P < 0,05$) de los tratamientos T1 y T0 respectivamente.

Tabla 5. Indicadores productivos de cerdos en posdestete alimentados con polvo y extracto de follaje de *Piper auritum*.

Variables	Tratamientos			EE	Valor de P
	T0	T1	T2		
Consumo kg/ animal día	0.28 ^c	0.31 ^b	0.34 ^a	0.03	0.0001
Ganancia de peso diario/ animal día	0.10 ^c	0.17 ^b	0.23 ^a	0.02	0.0026
kg					
Conversión alimentaria, kg/kg	3.10 ^c	1.97 ^b	1.76 ^a	0.48	0.0024

^{a,b,c} Letras distintas en fila difieren $P < 0,05$

Recientemente, varias plantas y sus extractos han sido utilizados como aditivos para piensos por su efecto antioxidante, efecto antimicrobiano y promotor del crecimiento natural (Hanczakowska, Swiatkiewicz y Grela, 2015). Estudios anteriores han informado que las plantas y sus extractos pueden incluirse en las dietas para cerdos para mejorar el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes, la función inmunológica y la calidad de la carne (Cheng et al., 2017; Lei, Yun y Kim, 2018). En dosis moderadas los aditivos de las plantas pueden mejorar el sabor y la palatabilidad de los alimentos, estimular el apetito de los animales y luego aumentar la ingesta del alimento (Frankic, Voljc, Salobir y Rezar 2009).

El menor consumo de MS registrado en los tratamientos T0 y T1 pudo estar influenciado por la adaptación al cambio de alimento y por el tenor de taninos presente en el polvo del

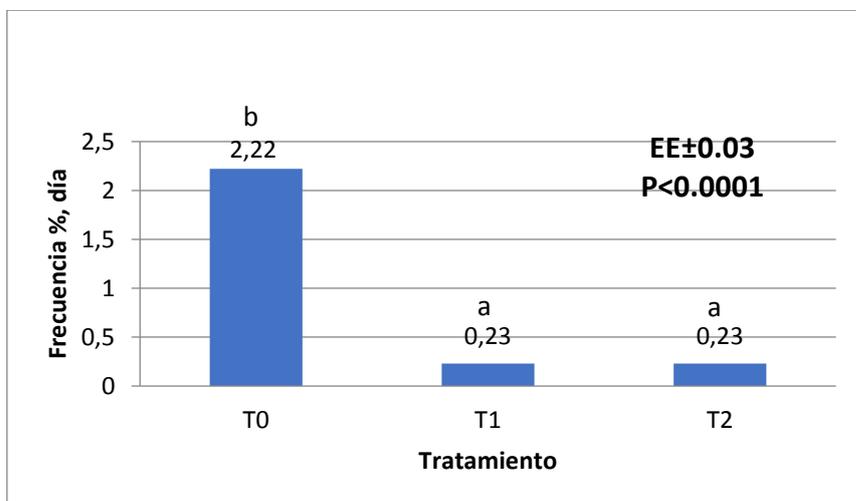
follaje. Al respecto, Jansman (1993) menciona que los taninos tienen un sabor amargo o astringente que reduce la palatabilidad y por lo tanto la ingesta de alimento. En este estudio, el proceso de elaboración del extracto de follaje de anís silvestre redujo la concentración de taninos (Mamiro et al., 2017), lo que pudo mitigar su efecto amargo que influyen en la ingesta de alimento, y consecuentemente se obtuvo una mayor palatabilidad del alimento y mejoró progresivamente el consumo de alimento en el tratamiento T2.

Con relación a la ganancia de peso diaria, Liu et al. (2016) mencionan que el aumento de peso se debe a una adecuada salud intestinal de los cerdos alimentados con plantas medicinales, lo cual influye positivamente en la digestión y absorción de nutrientes de las dietas. La mejor conversión alimentaria presentó los cerdos que se alimentaron con el T2, seguido por T1. Resultados similares fueron reportados por Lei, Yun y Kim. (2018) con plantas medicinales en la dieta de lechones destetados obtuvieron una conversión alimentaria de 1,94 kg. De acuerdo a Castellanos (2017), la conversión alimentaria de las dietas T1 y T2 del presente trabajo se encuentran dentro de una conversión alimenticia eficiente, este autor menciona que las granjas porcinas que obtengan una conversión alimentaria de 2.17 kg en la etapa de posdestete son muy eficientes y por consiguiente se conduce a una mayor rentabilidad.

El mejor peso final se obtuvo en los cerdos que se alimentaron con los tratamientos T2 y T1, respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos en la República de Cuba por Toro et al. (2016) al utilizar dietas compuestas por 1% de polvos de follaje de guayaba y marañón en la alimentación de cerdos en posdestete, resultados que se corresponden con los obtenidos en el presente estudio.

En otro estudio, Zhang et al. (2012) utilizaron un fitobiótico a base de pino coreano registrado como phytoncide en cerdos de posdestete y obtuvieron mejoras en la digestibilidad de nutrientes, eficiencia alimentaria, y mayor recuento de lactobacilos a nivel fecal e indicaron que este producto puede usarse como una buena alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento en cerdos después del destete. Los resultados positivos se deben a que las plantas medicinales poseen propiedades antiinflamatorias y astringentes y resulta efectivo en casos de diarreas o cólicos, además posee efecto vasoconstrictor, antioxidante y antibacteriano contra cepas de enterobacterias manteniendo la salud de la mucosa intestinal (Martínez, Soto, Almeida, Hermosilla y Martínez, 2012).

El empleo de 1% de polvo y extracto del follaje de anís de los tratamientos T1 y T2 redujo significativamente ($P < 0.001$) la incidencia de las diarreas en los cerdos con relación al tratamiento T0 durante los 14 días de estudio, (gráfico 4).



^{a,b} Letras distintas indican diferencia significativa $P < 0,05$

Gráfico 4. Efecto de la suplementación dietética con polvo y extracto de follaje de anís en la incidencia de diarreas de cerdos en posdestete.

La mayor incidencia de diarrea en los cerdos del tratamiento control T0 puede estar relacionada con la proliferación de *Salmonella* entérica (*S. typhimurium*) y *E. coli*, especialmente los tipos con antígenos fimbriales F4 (K88) y F18, también pueden estar implicados *Lawsonia intracellularis*, *Clostridium perfringens* y *Brachyspira pilosicoli*, y ocasionalmente *Brachyspira hyodysenteriae* que alcanzan una máxima colonización en el intestino en los cerdos después del destete (Luppi et al., 2016; Rhouma, Fairbrother, Beaudry y Letellier, 2017). Por otra parte, en los tratamientos T1 y T2 se puede evidenciar el efecto antidiarreico del follaje de anís, este es similar a lo que se obtiene con antibióticos promotores de crecimiento y polvos mixtos de varios vegetales como: *A. occidentale*, *P. guajava* y *M. citrifolia*, *M. oleifera* con propiedades medicinales (Toro et al., 2016; Aroche, Martínez, Ayala, Rodríguez y Rodríguez, 2017).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el ensayo FOLIN el polvo de follaje de anís presentó la mayor concentración de polifenoles totales en relación al extracto.
- En los ensayos FRAP y ABTS el polvo de follaje de anís presentó la mejor capacidad antioxidante en relación al extracto.
- La suplementación dietética al 1% con extracto y polvo de follaje de anís en la dieta de cerdos en posdestete mejoró el consumo, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final y redujo la incidencia de diarreas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Continuar con nuevas investigaciones referentes a polvos y extractos de plantas Amazónicas con capacidad antioxidante para su uso en cerdos y otras especies de interés zootécnico.

CAPÍTULO VI

6.1. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera, A., Souza, T., Mariscal, G., Carrillo G., Escobar, K., Santos, G., y García, T. (2014). Adaptaciones morfofisiológicas del tracto gastrointestinal en lechones alimentados con una dieta de sésamo o de soja. *Revista Americana de Ciencias Animal y Veterinaria*, 9 (1), 28-35. Recuperado de; https://www.researchgate.net/publication/287279033_Morphophysiological_adaptations_of_the_gastrointestinal_tract_in_piglets_fed_a_sesame_meal_or_soybean_meal_diet
2. Álvares, E., Jimenez, O., Posada, C., Rojada, B., Garcia, C., Dego, L. (2009). Actividad antioxidante y contenido fenólico de los extractos provenientes de las bayas de dos especies del género *Vismia* (Guttiferae). *Vitae*, 15(1).
3. Aroche, R., Martínez, Y., Ayala, L., Rodríguez, R., y Rodríguez, Y. (2017). Comportamiento productivo e incidencia de diarrea en cerdos posdestete suplementados con polvo mixto de hojas de plantas con propiedades nutraceuticas. *Rev. Cien. Agri*, 14(2):19-26
4. Pulido, R., Bravo, L., y Calixto, F. (2000). Actividad antioxidante de los polifenoles de la dieta según lo determinado por un ensayo de potencia de reducción férrica / antioxidante modificado. Recuperado de https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9913458?fbclid=IwAR3uh9Cce9AvCHxkPVIttUPX2WMcC12JQHsodptxrkradlFYmv2C_ENF01A
5. Camacho, C. (2017). Causas de diarrea en lechones lactantes y destetados (Parte I). recuperado de: <http://www.actualidadporcina.com/articulos/causas-de-diarrea-en-lechones-lactantes-y-destetados-parte-1.html>
6. Castañeda, L., Muñoz, A., Martinez, R., Stanshenko, E. (2007). Estudio de la composición química y la actividad biológica de los aceites esenciales de diez plantas aromáticas colombianas. *Scientia et Technica* 33: 165-166
7. Castellanos, G. (2017). Conversión Alimenticia en la granja porcina. Recuperado de; <http://masporcicultura.com/wp-content/uploads/2017/nov17/Conversion-alimenticia-cerdos-blog.pdf>
8. Conde, L., Guerrero, J. (2014). Actividad fenólica total y actividad antioxidante de *Piper auritum* y *Porophyllum ruderale*. *Química de Alimentos*, 142: 455–460. doi: 10.1016 / j.foodchem.2013.07.078

9. Cedeño, S. (2017). Efecto de los diferentes procesos de secado en los compuestos bioactivos de murtila (*Ugni molinae* Turcz) y su bioaccesibilidad. Tesis MSc. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 40p
10. Craft, B., Adrian, L., Ryszard, A., Ronald, B. (2012). Los antioxidantes a base de fenol y los métodos in vitro utilizados para su evaluación. Revisiones exhaustivas en Ciencia de Alimentos e Inocuidad de Alimentos. 11(2): 148-173. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00173.x>
11. Chahar, S., y Sharma, J. (2017). Cribado fitoquímico, análisis de flavonoides totales y de contenido fenólico y actividad antioxidante de las hojas de *Momordica charantia* L. Revista asiática de educación e investigación farmacéutica. 6(3): 60-69. doi: <http://dx.doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-25>
12. Cheng, C., Liu, Z., Zhou, Y., Wei, H., Zhang, X., Xia, M., Deng, Z., Zou, Y., Jiang, S., Peng, J. (2017). Efecto de la suplementación con aceite esencial de orégano a una dieta reducida en proteínas, complementada con aminoácidos, sobre la calidad de la carne, la composición de los ácidos grasos y la estabilidad oxidativa del Músculo longissimus torácico en cerdos en crecimiento. *Carne Sci.* doi: 10.1016/j.meatsci.2017.06.011
13. Danura, S. (2010). Requerimientos nutricionales y plan de alimentación para lechones. Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. www.produccion-animal.com.ar Consultado 16/02/13.
14. Ding, Y., Zhang, H., He, L., Huang, L., Yin, J. (2011). Respuestas de rendimiento de crecimiento e indicadores de salud gastrointestinal en cerdos destetados tempranamente alimentados con aditivos a base de hierbas chinas, dietas de suplementos. *Revista de avances veterinarios y animales*, 10 (12):1580-1587.
15. Di, R., J.A., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., y Robledo, C. (2012). InfoStat. version 2012, [Windows], Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, Available: Recuperado de <http://www.infostat.com.ar/>.
16. Dong, L., Seung, L. (2012). Efecto de la condición del tratamiento térmico sobre el antioxidante y varias actividades fisiológicas del jugo de fruta de caqui no astringente. *Ciencia de la Alimentación y Biotecnología*, 21(3):815-822.
17. Frankic, T., Voljc, M., Salobir, J., Rezar, V. (2009). Uso de hierbas y especias y sus extractos en nutrición animal. *Acta Agric Slov*, 94(2):95–102
18. García, A., Leyva, M., Martínez, J., Stashenko, E. (2007) Determinación de la composición química y actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de Piper

- auritum kunth (piperaceae) difundida en la costa colombiana. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/26544136_Determinacion_de_la_composicion_quimica_y_actividad_antioxidante_in_vitro_del_aceite_esencial_de_Piper_auritum_Kunth_Piperaceae.
19. Guijarro G y Sánchez A. (2014), Alternativas a los antibióticos en producción porcina (I). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/275823771_Alternativas_a_los_antibioticos_en_produccion_de_porcino_I_Alternatives_to_antibiotics_in_pig_production.
 20. Hanczakowska, E., Swiatkiewicz, M., Grela, ER. (2015). Efecto de la inclusión en la dieta de una mezcla de extracto de hierbas y diferentes aceites sobre el rendimiento del cerdo y la calidad de la carne. *Carne sci.* 108:61–66.
 21. Hyldgaard, M., Mygind, T., y Meyer, R. (2012). Aceites esenciales en la conservación de alimentos: modo de acción, sinergias e interacciones con los componentes de la matriz alimentaria. *Microbiol Delantero*, 3(12), 1-24.
 22. Jansman, A. (1993). Taninos en piensos para animales de estómago simple. *Nutr Res Rev.* 6:209–236.
 23. Jun, Y., Jian, W., Yan, W., y Wei, P. (2016). Actividades antioxidantes y antiproliferativas de los flavonoides de *Bidens pilosa* L var *radiata* Sch Bip. *Diario Tropical de Investigación Farmacéutica*, 15(2): 341-348. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v15i2.17>
 24. Kuskoski, E., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini, F., Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726-732.
 25. Lei, X., Yun, H., y Kim, I. (2018). Efectos de la suplementación dietética de hierbas naturales y fermentadas en el rendimiento de crecimiento, digestibilidad de nutrientes, parámetros sanguíneos, calidad de la carne y composición de ácidos grasos en cerdos en crecimiento. *Revista italiana de ciencia animal*. DOI: 10.1080/1828051X.2018.1429955.
 26. Liu, G., Aguilar, Y.M., Zhang, L., Ren, W., Chen, S., Guan, G., Xiong, X., Liao, P., Li, T., Huang, R., Yang, H.S., Park, I., Kim, S.W. y Yin, Y. 2016. La suplementación dietética con la sanguinarina potencia los metabolitos séricos y anticuerpos en cerdos en crecimiento. *Diario de Ciencia Animal*. 94: supplement 3:75-78.
 27. Lilia, A., Hernandez, C., Jose, A., y Guerrero, B. (2014). Total de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de auritum Piper y ruderales *Porphyllum*. *Food*

Chemistry 455-46. Recuperado de; <file:///C:/Users/Robinzon%20Rodriguez/Downloads/condehernandez2014%20antioxidant%20piper%20auritum.pdf>

28. López, M., García, A., Rodríguez., Morejón, Z., (2014). Toxicidad aguda tóxica e irritabilidad dérmica de la decocción de hojas de *Piper auritum Kunth* (caisimón de años). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962014000400015.
29. Luppi A, Gibellini, A., Gin, T., Vangroenweghe, F., Vandenbroucke, V., Bauerfeind, R., Bonilauri, P., Labarque, G., Hidalgo, A. (2016). Prevalencia de factores de virulencia en *Escherichia coli* enterotoxigénica aislada de cerdos con diarrea post destete en Europa. *Porcine Health Manag*, 2(20):1–6.
30. Lutz, M., Hernández, J., Henríquez, C. 2015. Contenido fenólico y capacidad antioxidante en frutas y hortalizas frescas y secas cultivadas en Chile. *CyTA - Diario de la Alimentación*, 13(4): 541-547
31. Mamiro, P., Mwanri, A., Mongi, R., Chivaghula, T., Nyagaya, M., Ntwenya, J. (2017). Efecto de la cocción sobre el contenido de taninos y fitatos en diferentes variedades de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) cultivadas en Tanzania. *Revista Africana de Biotecnología*, 16(20): 1186-1191.
32. Maldonado, B., Ortiz, A., Dorado, O. (2004). Preparados galénicos e imágenes de plantas medicinales. CEAMISH-UAEM, México. 24 p.
33. Martínez, E., Segovia, I., López, A. (2010). Determinación de polifenoles totales por el método de FolinCiocalteu. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf?sequence=1>
34. Martínez, Y., Soto, F., Almeida, M., Hermosilla, R., y Martínez, O. (2012). Metabolitos secundarios y actividad antibacteriana in vitro de extractos de hojas de *Anacardium occidentale* L. (marañón). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(4):320-329.
35. Mariscal, G y Escobar, K. (2010). Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la incidencia de diarreas post destete en lechones. *Veterinaria México*, 41(4), 275-288.
36. Mohammed, M., y Abbas, S. (2016). Efecto antioxidante y antiinflamatorio del jugo de frutas de *Annona muricata* L. (guanábana) durante la lesión por reperfusión de isquemia en ratas. *El diario médico de posgrado iraquí*, 15(1): 118-123.

37. Matthes, A., Schmitz, M. (2009). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidos a cocción. *Braz. J. Food Techno*, 82(2), 152 – 157.
38. Olivero, J., Fernandez, J., Stashenko, E. (2009). Toxicidad aguda contra *Artemia franciscana* o aceites esenciales aislados de plantas del género *Lippia* y *Piper* recolectadas en Colombia. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 5: 419-427.
39. Perez, R., Flores, L., Neira, A. (2012). Evaluación de los efectos antioxidantes y antiglicantes del extracto de hexano de las hojas in vitro de *Piper auritum* y de la actividad beneficiosa sobre el estrés oxidativo y la glicación avanzada lesión renal mediada por productos finales en ratas diabéticas tratadas con estreptozotocina. *Moléculas*, 17(10), 11897-11919. doi: 10.3390 / moleculas171011897
40. Pineda, R., Vizcaíno, S., García, C., Gil, J., Durango, D. (2012). Composición química y actividad antifúngica de *piper auritum* kunth y *piper holtonii* c. dc. contra hongos fitopatógenos. *revista chilena de investigación agrícola* 72(4), 507-515. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392012000400008>.
41. Podsędek, A., Sosnowska, M., Redzynia, M., y Koziółkiewicz, M. (2008). Efecto de la cocina doméstica sobre los antioxidantes hidrófilos de la col roja. *En t. J. Food Sci. Technol*, (43) 1770-1777.
42. Pulido, R., Bravo, L., Saura, F. (2000). Actividad antioxidante de los polifenoles de la dieta según lo determinado por un ensayo de potencia de reducción férrica / antioxidante modificado. *Revista de Química Agrícola y Alimentaria*, 48, 3396-3402.
43. Rajendran, M., Pallaiyan, B., y Selvaraj, N. (2014). Composición química, perfil antibacteriano y antioxidante del aceite esencial de hojas de *Murraya koenigii* (L.). 4(21), 200-214.
44. Recinos, J. (2014) Alternativas forrajeras de alto valor nutricional para la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en engorde. Recuperado de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4313/>
45. Re, R; Pellegrini, N; Proteggente, A; Pannala, A; Rice, C. (1999). "Actividad antioxidante que aplica un ensayo mejorado de decoloración de cationes radicales ABTS", *Biología y medicina de radicales libres*, 26 (9–10): 1231–1237, doi : 10.1016 / S0891-5849 (98) 00315-3.

46. Reena, J., Nidhi, K., Vijay, K., Amit, K., Swati, G., y Shrotri, C. (2012). Potencial antibacteriano in vitro de diferentes extractos de *Tagetes erecta* y *Tagetes patula*. *J. Natural Sci. Res.* 2(5), 84-90.
47. Rivas, C., Leos, C., y García, D. (2016). Actividad antioxidante y toxicidad. Investigación en plantas de importancia médica. *Omnia Science.* 41-76. Recuperado de;
<http://www.omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/article/viewFile/333/237>
48. Roginsky V., Lissi, A. (2005). Revisión de métodos para determinar la actividad antioxidante de ruptura de cadena en alimentos. Recuperado de:
http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10150.pdf
49. Rojas, M., Corzo, M., Sánchez, Y., Brito, D., Montes, R., Martínez, Y., y Pino, O. (2014). Actividad antibacteriana de aceites esenciales sobre *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum*. *Rev. Protección Veg.* 29(3), 197-203.
50. Rhouma, M., Fairbrother, J., Beaudry, F., Letellier, A. (2017). Diarrea al destete en cerdos: factores de riesgo y estrategias de control no basadas en colistina. *Acta Vet Scand*, 59(31): 1-19
51. Souza, T., Mariscal, G., Escobar, K., Aguilera, A., y Magné, A. (2012). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Veterinaria México*, 43(2), 155-173.
Recuperado de;
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922012000200007
52. Scott, M., Jensen, R., Philogéne, J., Arnason, T. (2008). Una revisión de *Piper* spp. (*Piperaceae*) fitoquímica, actividad insecticida y modo de acción. *Rev. Fitoquímica* 7. 65-75.
53. Toro, D., Martínez, Y., Rodríguez, R., Salazar, I., Aroche, R., López, B., y Marcella, D. (2016). Efecto de la suplementación dietética con polvos de hojas de guayaba (*Psidium guajava*) y marañón (*Anacardium occidentale*) en el comportamiento productivo y la incidencia de diarrea en cerdos antes y después del destete. *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 23(2):106-113

54. Toro, D., Aguilar, Y., Rodríguez, R., Torres, G., Nava, O., Olmo C. (2017). Análisis preliminar de los metabolitos secundarios de polvos mixtos de hojas de plantas medicinales. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v22n1/pla05117.pdf>
55. Tsao, R., y Deng, Z. (2004). Procedimientos de separación de fitoquímicos antioxidantes naturales recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570023204007640?via%3DiHub&fbclid=IwAR3DzL318MeeHxd6YkNIqHxb5XDazFBmF3MCPcSkbqzOJV-I0-CHUUGeONk>
56. UEA. (2018). Centro de Investigación, Posgrado y conservación Amazónica. Puyo – Pastaza. Recuperado de: <https://www.uea.edu.ec/cipca/index.php/home/mision-vision/2013-09-24-08-38-45>.
57. Ugasman, A., Zakaria, Z., Hui, Ch., Nordin, A., y Mahdy, Z. (2012). Los flavonoides de Piper sarmentosum y sus efectos citoprotectores contra el estrés oxidativo. Diario EXCLI, 11:705-714. Recuperado de [http://](http://www.excli.de/vol11/Zakaria11_2012/Zakaria_09112012_proof.pdf)
58. www.excli.de/vol11/Zakaria11_2012/Zakaria_09112012_proof.pdf (Consultada el 18 de diciembre de 2018).
59. Valdivia, L., Fontanills, Y., Campos, C., Maure, O., Trujillo M., Castillo, M., Hernández, Y. (2018). Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de Piper auritum Kunth. Recuperado de <http://ww.ucol.mx/revaiia/portal/pdf/2018/enero/6.pdf>
60. Vallejos, A., Grajales, C., Losada, D. (2014). Determinación de destete óptimo en lechones (*Sus scrofa domesticus*) en la Unidad Porcícola del Centro Agropecuario de Buga. Revista Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, 1(1), 12-29.
61. Vu, T., Kim, H., Tran, V., Vu, H., Hoang, T., Han, J., Choi, Y., Jang, K., Choi, J., y Kim, J. (2017). Actividad antibacteriana de taninos aislados de extracto de *Sapium baccatum* y uso para el control del marchitamiento bacteriano del tomate. 12(7): 1-12.
62. Zubair, S., Rasool, N., Mansha, A., Anjum, F., Munawar, I., Muhammad, M., y Muhammad, S. (2013). Antioxidante, antibacteriano, antifúngico y análisis fitoquímico de extractos de hojas de daga (*Yucca aloifolia*). Revista de investigación de plantas medicinales, 7(6): 243-249.
63. Zhang, S., Jung, J., Kim, H., Kim, B., Kim, I. (2012). Influencias de la suplementación con Phytoncide sobre el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de nutrientes, los perfiles sanguíneos, las puntuaciones de diarrea y el

desprendimiento de microflora fecal en cerdos de destete. *Asia-Aust. J. anim. Sci*,
25(9): 1309-1315.