

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



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

**“Contenido de polifenoles en follaje y extracto de guayaba (*Psidium guajava*)
y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”**

AUTOR:

ALEX FERNANDO FLORES CEVALLOS

DIRECTOR DE PROYECTO:

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD

PASTAZA – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Alex Fernando Flores Cevallos, con C.I: 1600639288, certifico que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Investigación y Desarrollo bajo el tema: **“Contenido de polifenoles en follaje y extracto de guayaba (*Psidium guajava*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”**, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad.

Alex Fernando Flores Cevallos

1600639288

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Por medio del presente, Yo, Willan Orlando Caicedo Quinche, con C.I: 1600446114 certifico que el egresado Alex Fernando Flores Cevallos, realizó el Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado: **“Contenido de polifenoles en follaje y extracto de guayaba (*Psidium guajava*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario bajo mi supervisión.

Dr. C. Willan Orlando Caicedo, PhD

DIRECTOR DE PROYECTO

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título: “Contenido de polifenoles en follaje y extracto de guayaba (*Psidium guajava*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”

Autor (a): Alex Fernando Flores Cevallos

Unidad de Titulación: Ingeniería Agropecuaria

Director del proyecto: Willan Orlando Caicedo Quinche

Fecha: 07 de enero del 2019

Introducción y contexto de la investigación:

- La etapa de posdestete de los cerdos tiene importantes requerimientos en cuanto a las instalaciones, manejo y alimentación. En la explotación porcina se maneja los destetes precoces entre 21 y 28 días, con un peso promedio de los lechones de 6 a 9 kg de peso vivo. Los lechones destetados a estas edades son muy sensibles al estrés ambiental y al cambio de la dieta, ya que cuando estos animales se encuentran en lactancia su alimentación es exclusivamente a base de leche, mientras que al destete solamente reciben alimento sólido, este cambio de alimentación provoca trastornos digestivos y los animales bajan el consumo y se afecta la conversión alimentaria.

Cumplimiento de objetivos

- Se realizó la evaluación del efecto del polvo y extracto del follaje de guayaba (*Psidium guajava*) como aditivo antioxidante en la alimentación de cerdos en la etapa de posdestete.

Principales resultados obtenidos

- Determinación del contenido de polifenoles en el extracto y polvo de follaje de guayaba.
- Determinación el consumo de materia seca (CMS), ganancia de peso (GP), conversión alimentaria (CA), peso final (PF) e incidencia de diarreas en cerdos de posdestete

El estudiante Alex Fernando Flores Cevallos ha mostrado durante el desarrollo de la investigación una elevada dedicación y un alto grado de independencia y disciplina, 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, motivación 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

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS IMPRIMIR OK.docx (D46502218)
Submitted: 1/7/2019 5:41:00 PM
Submitted By: wcaicedo@uea.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

Tesis zarandaja primera parte.docx (D21578816)
TESIS CARVAJAL M-1.pdf (D13166313)
Tesis zarandaja 15112016.docx (D23390381)
PRIMERA PARTE TESIS.docx (D21564676)
TESIS 21 09 2015 para imprimir (1).docx (D15356882)
tesis final para URKUND.pdf (D27107019)
Art. Enríquez - ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y DIFERENCIACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE G
UVIDUCA.docx (D40496256)
ACI-2018-011_v1.docx (D46070384)

Instances where selected sources appear:

AVAL

Dr. C

Willan Orlando Caicedo Ph.D

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

Título: Contenido de polifenoles en follaje y extracto de guayaba (*Psidium guajava*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete

Autor(a): Alex Fernando Flores Cevallos.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de investigación y considero 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

1600446114

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación y desarrollo, titulado: **“Contenido de polifenoles en follaje y extracto de guayaba (*Psidium guajava*) y su efecto en la alimentación de cerdos en posdestete”** fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

Dra. María Isabel Viamonte Garcés, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Francisco Lam Romero, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Alina Ramírez, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, a mi madre Anita Cevallos López y a mi padre Fausto Fernando Flores Cevallos por ser mi apoyo incondicional en mi formación como persona por inculcarme los valores, la ética y la moral.

A mis abuelitas Transito Dolores López Ramírez y Mariana Aldas Ocaña quienes fueron las que sembraron en mí el amor a esta profesión, por enseñarme las cosas más esenciales de la vida el amor, el respeto y la sinceridad.

A mis hermanos Mariela, Brittany, Adrián y Roland por ser mi apoyo e inspiración para alcanzar mis metas y sueños anhelados.

A mis tíos Ángel, Luis, Fidel, Abel, Patricio, Miriam

A mi querida novia Lady Mora por brindarme su amor y apoyo incondicional por estar en las buenas y en las malas apoyándome.

Al Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD, por compartir sus conocimientos y por darme la oportunidad de poder trabajar con él, depositando en mí su entera confianza para la creación de este proyecto, su ayuda fue una guía fundamental en el desarrollo del mismo.

Al Ing. Cristian Buenaño, por permitirme trabajar en su granja y apoyarme en el transcurso de la carrera universitaria.

A las ingenieras Andrea Riofrio y Andrea Tapuy por guiarme y apoyarme en el trabajo de laboratorio.

A los docentes y autoridades de la Universidad Estatal Amazónica de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por ser mi soporte institucional para mi formación académica y personal.

A mis compañeros por ser partes de mi carrera universitaria.

A todos Dios les pague.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la sabiduría para seguir adelante y no rendirme a pesar de las vicisitudes que se presentaron en el transcurso de mi formación académica.

A mi Mami Anita Cevallos y a mi papi Fausto Flores por su lucha, e infinito amor me dio las fuerzas para seguir adelante y completar esta etapa de mi vida ya que sin su esfuerzo y perseverancia yo no sería nada GRACIAS PAPITOS.

A mis queridos hermanos Mariela, Adrián, por darme ese cariño, amor y respeto los quiero mucho.

A mi primo Roland André Medina por llenarme de alegría e inspiración para lograr mis objetivos.

A mi Novia Lady Mora por su infinito apoyo e inspiración por apoyarme en todo momento.

A mis tíos, primos y familia quienes con su apoyo moral supieron darme la fuerza necesaria para conseguir esta meta.

A mis queridos amigos quienes hicieron que mi estadía en la Universidad sea acogedora, alegre y divertida.

ALEX.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

En el Laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica e instalaciones porcinas del Rancho Santa Rita ubicados en el cantón Pastaza, se evaluó el efecto del polvo y extracto del follaje de guayaba (*Psidium guajava*) como aditivo antioxidante en la alimentación de cerdos en la etapa de posdestete. En el polvo y extracto cocido de follaje de guayaba se determinó el contenido de polifenoles totales por el ensayo FOLIN, y la capacidad antioxidante por los ensayos FRAP y ABTS. Los tratamientos fueron T1: Pienso comercial BIOALIMENTAR; T2 Pienso comercial BIOALIMENTAR + inclusión de 1g de polvo de follaje de guayaba por cada 100 g de alimento; T3: Pienso comercial BIOALIMENTAR + inclusión de 1ml de extracto de follaje de guayaba por cada 100 g de alimento. Se utilizaron 24 animales mestizos machos (Blanco Belga x Pietrain) de 25 días de edad, con un peso promedio de 9,17 que se ubicaron en 24 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 guayaba presentó la mayor concentración de polifenoles totales (45,61 mg ácido gálico/ml de muestra) en relación al extracto cocido (0,14 mg ácido gálico/ml de muestra) con el ensayo FOLIN. En el ensayo FRAP el polvo de follaje de guayaba presentó la mayor capacidad antioxidante (1.58 mg TROLOX/ml de muestra) en relación al extracto cocido (0.23 mg TROLOX/ml de muestra). No obstante, en el ensayo ABTS la capacidad antioxidante fue similar entre el polvo (0.12 mg TROLOX/ml muestra) y el extracto cocido (0.10 mg TROLOX/ml muestra). Se evidenció efecto significativo ($P < 0.0001$) para la (GDP), (CA), (CMS) y (PF) de los cerdos. Los mejores indicadores de comportamiento productivo se evidenciaron en los tratamientos T2 y T3 respectivamente. La suplementación dietética con 1% de polvo y 1% de extracto cocido de follaje de guayaba de los tratamientos T2 y T3 redujo significativamente ($P < 0.001$) la incidencia de las diarreas de cerdos en posdestete con relación al tratamiento T1 durante los 15 días de estudio. La suplementación dietética con polvo y extracto cocido de follaje de guayaba al 1% en la dieta de cerdos en posdestete mejoró el consumo, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final y redujo la incidencia de diarreas.

PALABRAS CLAVES: aditivo fitobiótico, follaje verde, lechones en posdestete, *Psidium guajava*.

SUMMARY AND KEYWORDS

In the Chemistry Laboratory of the Amazon State University and pig installations of the Rancho Santa Rita located in the Pastaza canton, was evaluated the effect of the powder and extract of the foliage of guava (*Psidium guajava*) as an antioxidant additive in the feeding of pigs in the stage post-weaning. In the powder and cooked extract of guava foliage the total polyphenol content was determined by the FOLIN assay, and the antioxidant capacity by the FRAP and ABTS assays. The treatments were T1: BIOALIMENTAR Commercial feed; T2 BIOALIMENTAR Commercial feed + inclusion of 1 g of foliage powder of guava for each 100 g of food; T3: BIOALIMENTAR Commercial feed + inclusion of 1 ml of guava foliage cooked extract per 100 g of food. Twenty-four male cross-breed animals (Belgian White x Pietrain) of 25 days of age were used, with an average weight of 9.17 kg, which were located in 24 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 foliage powder of guava had the highest concentration of total polyphenols (45.61 mg gallic acid/ml of sample) in relation to the cooked extract (0.14 mg gallic acid/ml of sample) with the FOLIN assay. In the FRAP trial, guava foliage powder showed the highest antioxidant capacity (1.58 mg TROLOX/ml sample) in relation to the cooked extract (0.23 mg TROLOX/ml sample). However, in the ABTS assay the antioxidant capacity was similar between the powder (0.12 mg TROLOX/ml sample) and the cooked extract (0.10 mg TROLOX/ml sample). Significant effect was evidenced ($P < 0,0001$) for the (GDP), (CA), (CMS) and (PF) of the pigs. The best indicators of productive behavior were evidenced in treatments T2 and T3 respectively. Dietary supplementation with 1% powder and 1% cooked extract of guava foliage from treatments T2 and T3 significantly reduced ($P < 0,001$) the incidence of post-weaning pig diarrhea in relation to T1 treatment during the 15 days of study. Dietary supplementation with powder and cooked extract of 1% guava foliage in the diet of pigs in the post-weaning period improved consumption, weight gain, feed conversion, final weight and reduced the incidence of diarrhea.

KEY WORDS: Phytobiotic additive, green foliage, post-weaning piglets, *Psidium guajava*.

INDICE GENERAL

CAPITULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
CAPITULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1 Aspectos fisiológicos de tracto digestivo en lechones posdestete.	4
2.2 Cuidado temprano de los lechones después del destete.....	4
2.3 Manejo de cerdos en la etapa de posdestete	4
2.4 Alimento preiniciador	5
2.5 Producción mundial de guayaba	5
2.6 Contenido de polifenoles en el follaje de guayaba	5
2.7 Actividad antidiarreica del follaje de guayaba.....	5
2.8 Actividad antioxidante del follaje de plantas.....	6
2.9 Determinación de la actividad antioxidante.....	6
CAPITULO III	7
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
3.1. LOCALIZACIÓN	7
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	7
3.3.1. Elaboración del polvo y extracto del follaje de guayaba.....	7

3.3.2. Determinación de fenoles totales en polvo y extracto de follaje de guayaba.....	7
3.3.2.1. Método FOLIN (Folin-Ciocalteu)	7
3.3.3 Determinación de cantidad de antioxidantes en polvo y extracto de follaje de guayaba.	8
3.3.3.1. Método ABTS ácido 2,2 azinobis (3-etilbenzotiazolin - 6 – sulfónico).....	8
3.3.3.2. Método FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power).....	9
3.4. Variables a medir	10
3.4.1. Peso inicial, kg.....	10
3.4.2. Peso final, kg	10
3.4.3. Ganancia de peso, kg	10
3.4.4. Consumo de alimento, kg	10
3.4.5. Conversión alimentaria.....	10
3.4.6. Incidencia de diarreas	11
3.5. Actividades que se realizó en la investigación	11
3.5.1. Adecuación de corrales.....	11
3.5.2. Identificación de corrales.....	11
3.5.3. Selección de los animales para el ensayo	11
3.5.4. Pesaje	11
3.5.5. Manejo de la Alimentación (Aplicación de tratamientos).....	11
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	12
3.7 FACTORES DE ESTUDIO.....	13
3.7.1 Variables dependientes	13
3.7.2 Variables independientes	13
CAPÍTULO IV.....	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
CAPITULO V	20
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20

5.1 Conclusiones.....	20
5.2 Recomendaciones	20
CAPITULO VI.....	21
CAPITULO VII.....	25
6. Anexos.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis nutricional del pienso preiniciador de la empresa BIOALIEMENTAR	12
Tabla 2. Formulación de tratamientos	13
Tabla 3. Efecto de la suplementación dietética con polvo y extracto de follaje de guayaba sobre los indicadores del comportamiento productivo de cerdos en posdestete.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenido de polifenoles totales en polvo y extracto de follaje de guayaba con el método FOLIN.	15
Figura 2. Actividad antioxidante en polvo y extracto de follaje de guayaba con el método FRAP.	17
Figura 3. Actividad antioxidante en polvo y extracto de follaje de guayaba con el método ABTS.	18
Figura 4. Efecto de la suplementación dietética con polvo y extracto cocido del follaje de guayaba en la incidencia de diarreas de cerdos en posdestete.	21

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina en el mundo se ha incrementado significativamente en los últimos años, debido al mayor consumo de esta especie. La carne de cerdo a más de tener un sabor exquisito, es altamente nutritiva ya que posee una excelente fuente de proteína, energía, vitaminas y minerales, para la alimentación humana (FAO, 2014).

La etapa de posdestete de los cerdos tiene importantes requerimientos en cuanto a las instalaciones, manejo y alimentación. En la explotación porcina se maneja los destetes precoces entre 21 y 28 días, con un peso promedio de los lechones de 6 a 9 kg de peso vivo. Los lechones destetados a estas edades son muy sensibles al estrés ambiental y al cambio de la dieta, ya que cuando estos animales se encuentran en lactancia su alimentación es exclusivamente a base de leche, mientras que al destete solamente reciben alimento sólido, este cambio de alimentación provoca trastornos digestivos y los animales bajan el consumo y se afecta la conversión alimentaria (Pavez, 2014).

En la industria porcina se usan en los piensos antibióticos para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos. Por otra parte, la utilización prolongada de antibióticos provoca resistencia de los microorganismos y genera residuos en la canal (Figuerola, Chi, Cervantes, y Dominguez, 2016).

En la Unión Europea se prohibió el uso de antibióticos y promotores de crecimiento a partir del año 2006. Este entorno dio paso a nuevas investigaciones con productos biológicos que actúan como promotores de crecimiento y para la prevención de enfermedades. Actualmente, se están realizando intensos trabajos con principios activos de varias plantas, a estos agentes se los conoce como fitobióticos (Grijalva, 2007). Dentro de los fitobióticos se han realizado varios trabajos con polifenoles o compuestos fenólicos que son moléculas naturales del metabolismo secundario de las plantas, estos presentan en su estructura molecular uno o más anillos aromáticos con al menos un grupo hidroxilo enlazado (Valencia *et al.*, 2017).

Estos metabolitos se pueden obtener del follaje de las plantas los cuales tienen diversas funciones, dentro de las más importantes se destaca la capacidad antioxidante, asimilación de nutrientes y síntesis proteica (Quiñones, Miguel, y Aleixandre, 2012). Se ha reportado el uso de las hojas y corteza de guayaba suministradas por vía oral para tratar afecciones digestivas, anemia, artritis, diabetes, hemorragia, hinchazón, uretritis, asma y resfrío, y otras propiedades

antibacterianas, antiinflamatoria, antihelmíntica, antiséptica, antitusiva, astringente, carminativa, febrífuga, espasmolítica y tónica (Navarrete *et al.*, 2017).

1.2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En la etapa de posdestete se producen grandes cambios dentro del tracto gastrointestinal (TGI) de los lechones, lo que provoca una alta colonización de microorganismos patógenos, y para su control se utilizan antimicrobianos en los balanceados, para prevenir la incidencia de diarreas en los cerdos. Sin embargo, estos aditivos traen como resultado la resistencia de los microorganismos a los fármacos y se deprime la inmunidad de los cerdos, como consecuencia no existe una adecuada asimilación de los nutrientes aportados en la dieta, así como también, se han determinado restos de estos químicos en la carne. Se conoce por la literatura, que el follaje de guayaba posee un buen contenido de principios activos antioxidante que pueden mejorar la salud intestinal de los animales, pero no se ha evaluado este producto como antioxidante para cerdos en la etapa de posdestete.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La inclusión de polvo y extracto de follaje de guayaba en la dieta de cerdos en posdestete podría constituir una alternativa al uso de fármacos para mejorar los indicadores productivos y la salud de los animales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del polvo y extracto del follaje de guayaba (*Psidium guajava*) como aditivo antioxidante en la alimentación de cerdos en la etapa de posdestete.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el contenido de polifenoles en el extracto y polvo de follaje de guayaba.
- Determinar el consumo de alimento (CDA), ganancia de peso (GP), conversión alimentaria (CA), peso final (PF) e incidencia de diarreas en cerdos de posdestete.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Aspectos fisiológicos de tracto digestivo en lechones posdestete.

Según (Insuasti, Collazos, y Argote, 2008) en los lechones durante los primeros 10 días de vida, ocurren incrementos diarios correspondientes a su peso, longitud y diámetro, que están asociados al aumento del peso de la mucosa intestinal, la altura y diámetro de sus vellosidades y de la población celular. Para que los procesos de digestión y absorción de los nutrientes se den de una manera satisfactoria, es necesario que se mantenga la integridad de la mucosa intestinal, la cual depende del recambio y de la renovación de sus células (Caicedo, 2016). La función digestiva (secreción de carbohidrasas y peptidasas) de los enterocitos y sus microvellosidades comienza solamente cuando se completa la diferenciación estructural de la mucosa, que generalmente ocurre durante el periodo de migración de las células sobre el primer tercio de la vellosidad. La absorción de azúcares y aminoácidos, empieza cuando el enterocito pasa la mitad de la vellosidad y continúa aumentando hasta que son descamados (Jha y Berrocso, 2016).

Después del destete, los lechones manifiestan varios cambios fisiológicos como estrés al que son sometidos en esta fase de su vida, que incluyen de pasar de un periodo de subalimentación líquida a una sólida ocasionando atrofia de las vellosidades (Spreeuwenberg, Verdonk, Gaskins, y Verstegen, 2001). Lo que resulta en una menor capacidad para digerir y absorber los nutrientes en el tracto digestivo provocándoles trastornos diarreicos (Kim y Isaacson, 2015). Los cambios morfológicos de la mucosa intestinal observados en la fase posdestete son resultantes de la baja capacidad del tracto intestinal de adaptarse al nuevo ambiente nutricional que se establece en su interior. Estos cambios microscópicos se relacionan con la edad y peso del lechón, el bajo consumo de alimento y con las materias primas que componen el alimento consumido por los animales en esta etapa (Souza, Mariscal, Escobar, Aguilera, y Magné, 2012).

2.2 Cuidado temprano de los lechones después del destete

La primera semana después del destete es una etapa crítica en el desarrollo de los cerdos. Esta semana repercutirá en el rendimiento por el resto del período de destete a término. El crecimiento durante la primera semana posdestete afectará el posterior rendimiento de los cerdos. En un ensayo, los cerdos que crecieron 0.5 kg por día durante la primera semana posterior al destete fueron 17 kg más pesados a mercado comparado con aquellos cerdos que no ganaron peso la primera semana (Menéndez, 2017).

2.3 Manejo de cerdos en la etapa de posdestete

El objetivo principal del destete temprano es netamente lograr un paso rápido de una dieta líquida láctea a una sólida basada en cereales, proteína de origen animal o vegetal. La leche de la cerda es rica en grasa, y muy digerible por su contenido de ácidos grasos de cadena corta (Sarradell *et al.*, 2004).

2.4 Alimento preiniciador

El uso de los alimentos preiniciadores es un concepto nutricional de alta digestibilidad (Solano, 2016). Un lechón recién destetado presenta las siguientes deficiencias: Carece de enzimas suficientes para digerir el alimento sólido (digiere principalmente leche), tiene una baja capacidad de absorción de nutrimentos pues sus vellosidades intestinales pierden altura y prácticamente no sabe comer alimento sólido (Dal Masetto, Vidales, Echevarria, y Bérèterbide, 2018).

2.5 Producción mundial de guayaba

La guayaba (*Psidium guajava*) está clasificada como uno de los frutos más apetecidos por el hombre. La producción mundial de este cultivo supera los 1.2 millones de toneladas. La India y Pakistán aportan el 50% de la producción, México con un 25% y el restante 25% entre Brasil, Egipto y Colombia (Yam *et al.*, 2010).

2.6 Contenido de polifenoles en el follaje de guayaba

En el follaje de guayaba las hojas más jóvenes son una fuente principal de compuestos fenólicos, taninos, flavonoides, triterpenos, esteroides, así como saponinas y compuestos aminados, ácido guajanoico, β -sitosterol, uvaol, ácido oleanólico y ácido ursólico, ácido 2 hidroxirsólico, ácido ascórbico, azúcares reductores y alcaloides (Amado, Lafourcade, y Pérez, 2013).

Los taninos encontrados son (catequina, epicatequina, antocianinas) y se caracterizan por conferirle astringencia a los frutos y follaje, son además uno de los principales metabolitos antioxidantes donde su contenido puede llegar hasta el 35% de los polifenoles totales (Zapata, Cortes, y Rojano, 2013).

2.7 Actividad antidiarreica del follaje de guayaba

En el follaje de guayaba se encuentra un metabolito conocido como quercetina, el cual es un flavonoide que posee muchas propiedades beneficiosas para la salud. Existen reportes que este principio activo provee un efecto espasmolítico con una disminución de la motilidad intestinal y retardo en el vaciado gástrico. El extracto acuoso de las hojas, disminuye la producción de toxinas lábiles de *E. coli* y del cólera. Un ensayo clínico con extracto y polvo de follaje de guayaba concluyeron que la hoja de guayaba tiene efecto antidiarreico (Amado *et al.*, 2013).

2.8 Actividad antioxidante del follaje de plantas

Los antioxidantes en las plantas son compuestos que pueden inhibir o retardar la oxidación de otras moléculas inhabilitando la iniciación o propagación de las reacciones de los radicales libres de la cadena (Avello y Pastene, 2005).

La actividad antioxidante de los productos naturales ha sido ampliamente estudiada en los últimos años, tanto en modelos *in vitro* como *in vivo*, y se ha demostrado sus importantes propiedades en la eliminación de radicales libres. En esta actividad farmacológica intervienen una variedad de procesos bioquímicos y ralentiza la progresión de enfermedades graves de la civilización, como: enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades inflamatorias o infecciones (Kukula, Koch, Angelis, Halabalaki, y Aligiannis, 2016).

2.9 Determinación de la actividad antioxidante

Para cada uno de los métodos se los relaciona con la generación de cada radical diferente, que actúa a través de una variedad de mecanismo (Álvares *et al.*, 2009). Para su determinación se pueden utilizar diversos compuestos cromógenos: ABTS (ácido 2,2 azinobis (3-etilbenzotiazolin - 6 - sulfónico), FOLIN (Folin-Ciocalteu), DPPH (radical 2,2difeníl-1-picrilhidrazil), DMPD (N, N'-dimetil-p-fenilendiamina) 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.

Los métodos más aplicados son ABTS y DPPH, ambos presentan una excelente estabilidad en ciertas condiciones, aunque también muestran diferencias. El DPPH es un radical libre que puede obtenerse directamente sin una preparación previa, mientras que el ABTS tiene que ser generado tras una reacción que puede ser química (dióxido de manganeso, persulfato potasio). Con el ABTS se puede medir la actividad de compuestos de naturaleza hidrofílica y lipofílica, mientras que el DPPH solo puede disolverse en medio orgánico, y el DMPD solo en medio acuoso. El radical ABTS⁺ tiene, además, la ventaja de que su espectro presenta máximos de absorbancia a 414, 654, 754 y 815 nm en medio alcohólico (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini, y Fett, 2005).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN

La determinación de principios activos (polifenoles) en el polvo y extracto del follaje de guayaba se realizó en el laboratorio de Química de la Universidad Estatal Amazónica. El trabajo de campo se ejecutó en la Parroquia Tarqui cantón Pastaza, en el km 3.5 de la vía Tarqui - Madre Tierra, en el rancho “SANTA RITA”, localizado entre las coordenadas geográficas 01°32′00″ de latitud SUR y 78°00′00″ Oeste. El lugar de la investigación tiene un clima subtropical húmedo, con precipitaciones que oscilan entre 4000 y 4500 mm anuales, con humedad relativa media de 87% y temperatura mínima y máxima promedio de 20 a 28 °C

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es experimental ya que se midió el efecto que causan los tratamientos sobre las variables de estudio (conversión alimentaria, ganancia de peso e incidencia de diarreas).

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

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

El follaje de guayaba se obtuvo en la Parroquia Tarqui cantón Pastaza, en el km 1.5 de la vía Tarqui - Madre Tierra, en el rancho “SANTA RITA”. Se seleccionó las cinco primeras hojas desde el cogollo y se recolectó 1 kg de follaje fresco. Para hacer el polvo se realizó un secado de las hojas en una estufa (marca Barnstead modelo 3523), durante 72 horas hasta obtener un peso constante, se molió en un molino (marca Thomas-Wiley modelo 4) y se enfundaron hasta su uso. Para la realización del extracto del follaje se utilizaron 100 g de follaje fresco y se depositó en un litro de agua hervida a 100 °C, se tapó y dejó a enfriar por una hora antes de su uso (Anexo 1).

3.3.2. Determinación de fenoles totales en polvo y extracto de follaje de guayaba.

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 agitará y dejará reposar, protegido de la luz por 10 minutos. Se añadirá 500 µL de la solución de carbonato de sodio al

10%, luego se aforará a un volumen de 10 ml con agua destilada, homogenizamos la disolución agitando manualmente el matraz aforado, mantener a la oscuridad a temperatura ambiente durante dos horas, medir las absorbancia a 765 nm contra el blanco (Rivas, Oranday, y Verde, 2016). Técnica operatoria: Se tomó 40 µL de muestra a analizar, luego se añadió 500 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu (dilución 1:1 con agua destilada) seguidamente se colocó en matraz aforado de 10 ml, después se agito y se dejó en reposar, protegido de la luz, durante 10 minutos, a continuación, se añadió 500 µL de la disolución de carbonato de sodio al 10%, posterior se aforo a un volumen de 10 ml con agua destilada, después se homogenizar la disolución agitando manualmente el matraz aforado, mantener en la oscuridad a temperatura ambiente durante 2 horas, y finalmente se midió la absorbancia a 765 nm contra el blanco de reactivos. (Rivas, Oranday, y Verde, 2016).

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

A= Valor de la absorbencia de las muestras.

C= concentración de polifenoles.

3.3.3 Determinación de cantidad de antioxidantes en polvo y extracto de follaje de guayaba.

3.3.3.1. 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 adicionaron 3 ml de la disolución del radical ABTS. Se esperará 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.

3.3.3.2. Método FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power)

Este método se basa en la capacidad que tiene la sustancia antioxidante para reducir Fe^{3+} a Fe^{2+} . 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:

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 *et al.*, 2016).

La muestra se preparó mediante en 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 enseró 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 *et al.*, 2016). (Anexo 2)

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 antioxidantes.

3.4. Variables a medir

3.4.1. Peso inicial, kg

El peso inicial se tomó en kg con una balanza digital marca CAMRY de 100 kg de capacidad, se pesó cada animal al momento del destete, 25 días de edad.

3.4.2. Peso final, kg

Una vez transcurridos los 15 días de suministrar las dietas balanceadas más el extracto y polvo del follaje de guayaba, se realizó el pesado de cada uno de los animales a la edad de 40 días según los tratamientos.

3.4.3. Ganancia de peso, kg

La ganancia de peso se obtuvo a partir de la diferencia entre el peso final y peso inicial correspondiente a la cantidad en kilogramos que incrementaron los cerdos en la fase de investigación. Estos datos se tomaron semanalmente hasta el final del experimento.

3.4.4. Consumo de alimento, kg

El consumo de balanceado se registró diariamente para lo cual se pesó la cantidad que se les suministro a los animales según el tratamiento que se estableció en el sorteo al azar de las unidades experimentales.

3.4.5. Conversión alimentaria

Para la conversión alimenticia se realizó el cálculo en base a la cantidad de kilogramos de alimento consumidos por cada cerdo entre la ganancia de peso de cada animal durante los 15 días de investigación.

3.4.6. Incidencia de diarreas

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

$$ID = \frac{\text{número de diarreas}}{\text{cantidad de animales} \times \text{total de días}} \times 100$$

3.5. Actividades que se realizó en la investigación

3.5.1. Adecuación de corrales

Los corrales tuvieron una dimensión de 0,80 m x 1,0 m (0,80 m²), los cuales 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 (Anexo 3).

3.5.2. Identificación de corrales

Se colocaron las siglas para cada tratamiento T1, T2, T3 con la finalidad de realizar el suministro del alimento y el pesaje de forma adecuada (Anexo 4).

3.5.3. Selección de los animales para el ensayo

Se seleccionaron 24 animales mestizos machos (Blanco Belga x Pietrain) de 25 días de edad, con un peso promedio de 9,17 kg (Anexo 5).

3.5.4. Pesaje

El pesaje se realizó semanalmente con una balanza digital marca CAMRY de 100 kg de capacidad.

3.5.5. Manejo de la Alimentación (Aplicación de tratamientos)

Los lechones se alimentaron de acuerdo al peso vivo, la ración se suministró dos veces al día, durante 15 días siguiendo las recomendaciones de (Vallejos, Grajales, y Losada, 2014). El aporte de nutrientes y formulación de las dietas empleadas se observan en las tablas 1 y 2. Para

la inclusión del 1 % de polvo y 1 % de extracto de follaje de guayaba se siguieron las sugerencias de (Guerra, Galán, Méndez, y Perea, 2008; Más Toro, 2017). (Anexo 6).

Tabla 1. Análisis nutricional del pienso preiniciador de la empresa BIOALIEMENTAR.

Nutrientes	Porcentaje (%)
Proteína cruda	17,5
Grasa	4
Fibra cruda	4
Ceniza	6
Humedad	12

Tabla 2. Formulación de tratamientos

Tratamientos	Formulación
T1	Pienso comercial BIOALIMENTAR/ sin aditivo de crecimiento.
T2	Pienso comercial BIOALIMENTAR + inclusión de 1g de polvo de follaje de guayaba por cada 100 g de alimento.
T3	Pienso comercial BIOALIMENTAR + inclusión de 1ml de extracto de follaje de guayaba por cada 100 g de alimento.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar los datos de compuestos fenólicos, se utilizó estadística descriptiva y se determinó la media y desviación estándar. Para evaluar los indicadores de comportamiento productivo, se realizó análisis de varianza de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado (DCA). Para comparar las medias se utilizó la dócima de Tukey con $P < 0,05$. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico INFOSTAT versión 1.0 para Windows (Di Rienzo *et al.*, 2012).

Modelo matemático DCA

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

μ media general.

T_i efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} error experimental en la unidad j del tratamiento i.

3.7 FACTORES DE ESTUDIO

3.7.1 Variables dependientes

- Ganancia de peso
- Conversión alimentaria
- Incidencia de diarreas

3.7.2 Variables independientes

- T1: Pienso comercial BIOALIMENTAR/ sin aditivo de crecimiento.
- T2: Pienso comercial BIOALIMENTAR + inclusión de 1g de polvo de follaje de guayaba por cada 100 g de alimento.
- T3: Pienso comercial BIOALIMENTAR + inclusión de 1ml de extracto de follaje de guayaba por cada 100 g de alimento.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El polvo y extracto de follaje de guayaba presentaron un contenido apreciable de polifenoles totales para el método FOLIN. Sin embargo, el polvo presentó la mayor concentración de polifenoles totales (45,61 mg ácido gálico/ml de muestra) en relación al extracto cocido (0,14 mg ácido gálico/ml de muestra), Figura 1.

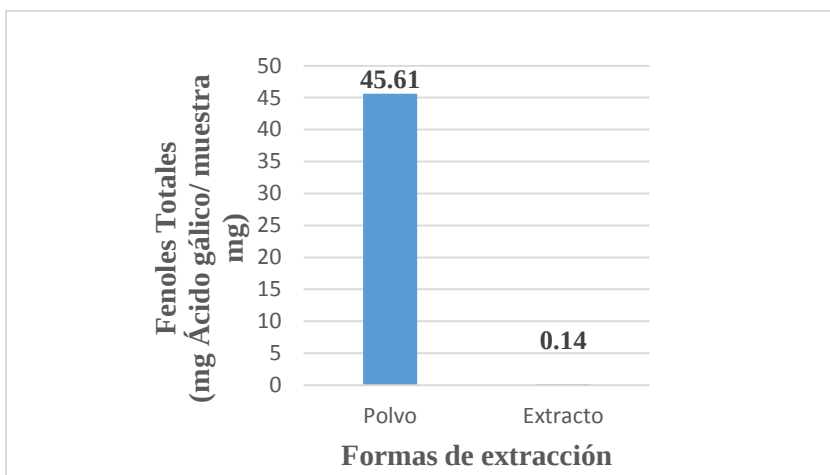


Figura 1. Contenido de polifenoles totales en polvo y extracto de follaje de guayaba con el método FOLIN.

En la Figura 1 se puede observar el contenido de polifenoles en el polvo del follaje de guayaba con (45,61 mg Ácido gálico/muestra mg) y el extracto cocido con 0,14 (45,61 mg Ácido gálico/muestra mg). El polvo de follaje de guayaba presentó el mayor contenido de polifenoles totales en relación al extracto cocido. Según Cedeño, (2017) el secado controlado a 65 °C no causa gran impacto sobre la reducción del contenido de polifenoles en los vegetales. En el follaje seco y pulverizado de guayaba se encuentran flavonoles (48.1 y 50.6 mg /g hoja seca), flavan-3-ols (24.2–24.7 mg/g hoja seca), derivados de ácido gálico y elágico (14.8-15.8 mg/g hoja seca) y flavanonas que varían entre (0,49 a 0,63 mg/g hoja seca), del contenido fenólico total; reinoutrina, guajaverina y avicularina representan entre el 25 y 26%, hiperina e isoquercitrina 15%, myricetin 5%, morin 3%, quercetina 5%, catequina entre el 7 y 10%, isómeros de galocatequina 7 al 8%, isómeros de procianidina B 6% (Díaz-de-Cerio, Verardo, Gómez-Caravaca, Fernández-Gutiérrez, y Segura-Carretero, 2016).

El tenor de polifenoles totales registrados en el polvo de follaje de guayaba de la parroquia Tarqui de la República de Ecuador, se encuentra dentro del rango de variedades de guayaba producidas en Brasil con (14,355g/100g – 16,766g/100g) (Díaz-de-Cerio *et al.*, 2016), y son

superiores a los encontrados en variedades de guayaba morada con (16,466g/100g) y blanca producidas en Perú con (15,388g / 100g) (Gómez, Arévalo, Días, y Chacón, 2012), las diferencias encontradas podrían deberse a que la composición fenólica, el ácido ascórbico y la actividad antioxidante varía sustancialmente entre genotipos, cambios de estación, edad, color de hojas, y sitios de estudio (Salazar *et al.*, 2006); (Iamjud, Banyen, Boonprakob, y Thaipong, 2011).

Por otra parte, el menor contenido de polifenoles registrado en el extracto cocido del follaje de guayaba se debe a que la cocción puede influir negativamente en el contenido de polifenoles (Aquino-Bolaños *et al.*, 2017), ya que se produce la pérdida de componentes termolábiles y termosensibles de los alimentos (Mendoza-Corvis, Hernández, y Ruiz, 2015). De hecho, el procesamiento de cocción favorece la degradación de los anillos aromáticos de los compuestos fenólicos, que conducen a la polimerización (Granito, Brito, y Torres, 2007). En un estudio con frijoles crudos vs cocidos demostraron que la cocción redujo los compuestos fenólicos entre 64 y 69%, respectivamente (Silva, Brigide, Toledo, y Canniatti-Brazaca, 2018).

En las Figuras 2 y 3 se observa la capacidad antioxidante del polvo y extracto cocido del follaje de guayaba. En el ensayo FRAP el polvo de follaje de guayaba presentó la mayor capacidad antioxidante (1.58 mg TROLOX/ml de muestra) en relación al extracto cocido (0.23 mg TROLOX/ml de muestra). No obstante, en el ensayo ABTS la capacidad antioxidante fue similar entre el polvo (0.12 mg TROLOX/ml muestra) y el extracto cocido (0.10 mg TROLOX/ml muestra).

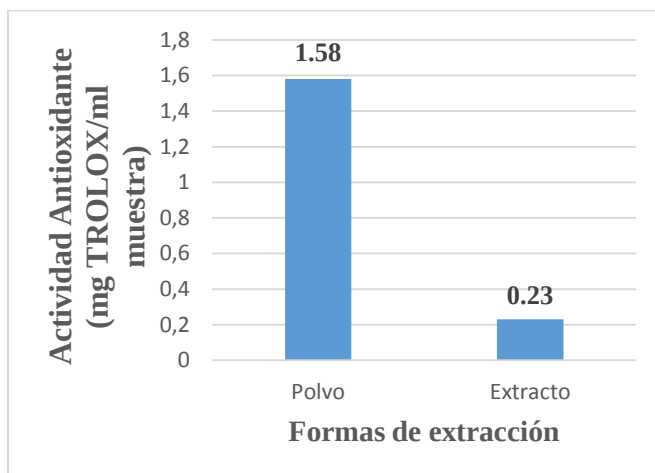


Figura 2. Actividad antioxidante en polvo y extracto de follaje de guayaba con el método FRAP.

En la Figura 2 se puede observar el contenido de antioxidantes presentes en la muestra con 1.58 mg TROLOX/ml muestra) el polvo y en el extracto cocido con (0,23 mg TROLOX/ml muestra). En el método FRAP se evalúa específicamente la capacidad antioxidante de una muestra de acuerdo a la capacidad de reducir el hierro férrico (Fe^{+3}) presente en la muestra, hasta formar una extracción ferrosa Fe^{+2} (Mesas *et al.*, 2015). Por otra parte, el método ABTS se basa en reacciones de oxidación - reducción, las diferencias en las respuestas pueden deberse al pH del medio. En ABTS el pH es neutro mientras que en FRAP se ajusta el pH a 3,6; esto disminuye el potencial de ionización implicado en la transferencia de electrones, por lo que se incrementa el potencial “redox” y cambia el mecanismo de reacción dominante (Restrepo, Narváez, y Restrepo, 2009).

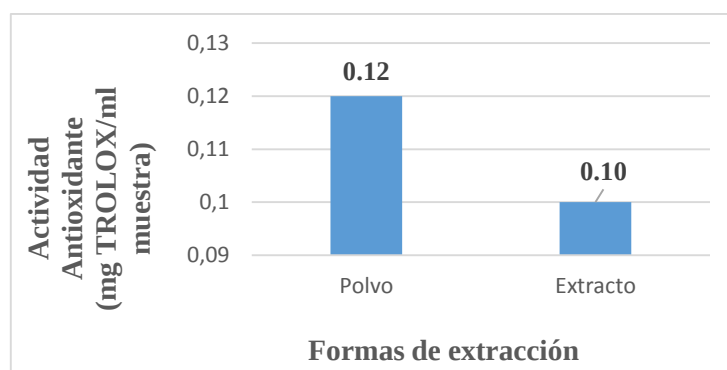


Figura 3. Actividad antioxidante en polvo y extracto de follaje de guayaba con el método ABTS.

En la Figura 3 podemos encontrar la cantidad de antioxidantes extraídos de las muestras, con (0,12 mg de trolox/ml de muestras) encontramos el polvo de follaje de guayaba, con (0,10 mg de trolox/ml de muestras) al extracto cocido. Según Londoño, (2012) manifiesta que una de las ventajas de la utilización del método ABTS es que puede ser utilizado en un alto rango de pH y fuerza iónica. Además, este es soluble tanto en el medio acuoso como orgánico y permite la evaluación de antioxidantes hidrófilos y lipófilos con mucha eficiencia (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho, y Fett, 2005), lo cual se hizo evidente en este estudio, (Figura 3).

El potencial antioxidante de las frutas y follajes de guayaba están asociados a diversas propiedades farmacológicas relacionadas con enfermedades producidas por especies reactivas de oxígeno, inductoras de leucemia y cáncer de colon (Wang, Schoene, Milner, y Kim, 2012). Al respecto, los taninos condensados, flavonoides, ácidos fenólicos como el clorogénico, cumárico y elágico presentes en muchos vegetales son capaces de atrapar radicales libres causantes del estrés oxidativo, y reducen la probabilidad de sufrir enfermedades crónicas (Zapata *et al.*, 2013). En este sentido, las infusiones de hojas de guayaba son comercializados

en Japón como una bebida saludable, ya que las hojas contienen triterpenoides, flavonoides, alcaloides y taninos (Gómez *et al.*, 2012).

El género *Psidium guajava* se caracteriza por presentar un alto contenido de flavonoides como la miricetina y apigenina (Sanda, Grema, Geidam y Bukar-Kolo, 2011). Los ácidos fenólicos que tienen interés terapéutico son todos aquellos derivados del ácido benzoico o del ácido cinámico como el cafeico, ferúlico, p-cumárico, elágico; los cuales poseen gran habilidad para neutralizar especies reactivas de oxígeno. El ácido elágico tiene como función detectar y restaurar células carentes del gen P53, gen encargado de la apoptosis y del control de la proliferación celular responsable del cáncer (Wiseman, 2008). Los flavonoides poseen un alto poder atrapador de radicales libres, además tienen actividad antiinflamatoria, antiviral, antibacterial y coadyuvante en la disminución del riesgo a padecer enfermedades cardiovasculares (Middleton, Kandaswami, y Theoharides, 2000).

Los taninos condensados, proantocianidinas y procianidinas son polímeros formados por unidades de flavan-3-ol (catequina, epicatequina, antocianinas) y se caracterizan por conferirle astringencia a los frutos; son además uno de los principales metabolitos antioxidantes de productos como el té y el cacao donde su contenido puede llegar hasta el 35% de los polifenoles totales (Zapata *et al.*, 2013).

En la Tabla 3 se muestra el comportamiento de los indicadores productivos en lechones en la etapa de posdestete. Se evidenció el efecto significativo ($P < 0.0001$) de la suplementación dietética con polvo y extracto de follaje de guayaba sobre los indicadores del comportamiento productivo de cerdos en posdestete para la (CDA), (GPD), (CA) y (PF) de los cerdos. Los mejores indicadores de comportamiento productivo se evidenciaron en los tratamientos T2 y T3 respectivamente.

Tabla 3. Efecto de la suplementación dietética con polvo y extracto de follaje de guayaba sobre los indicadores del comportamiento productivo de cerdos en posdestete.

Indicadores	Tratamientos			EE	P-valor
	T1	T2	T3		
Consumo diario, alimento/animal/día,	0.14 ^b	0.35 ^a	0.35 ^a	0.03	$P < 0.0001$
Ganancia de peso animal /día/ kg,	0.06 ^b	0.29 ^a	0.29 ^a	0.02	$P < 0.0001$
Conversión alimentaria, kg, alimento / kg peso /animal,	2.66 ^b	1.35 ^a	1.33 ^a	0.23	$P < 0.0001$

^{a,b} Letras distintas por fila difieren significativamente $P < 0.05$

Existen varias plantas que son prometedoras como sustitutos de los promotores de crecimiento de antibióticos cuyos principios activos muestran un fuerte efecto bacteriostático, cuando se complementa con alimentos, estos vegetales tienen efectos positivos en la salud y la productividad de los lechones ya que reducen considerablemente la cantidad de bacterias patógenas en el tracto digestivo y limitan la incidencia de diarrea, mortalidad, al mismo tiempo mejoran la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia de los cerdos (Biagi, Cipollini, Paulicks, y Roth, 2010) ; (Bederska-Lojewska y Pieszka, 2011). Varias investigaciones sugieren que la suplementación dietética con polifenoles de plantas pueden mejorar el estado antioxidante de los lechones posdestete y contrarrestar algunos de los efectos negativos que se producen cuando los lechones son detectados con *E. coli* después del destete (Jiang *et al.*, 2014).

En una investigación conducida por Mas Toro *et al.* (2017) utilizaron dietas compuestas por 1% de polvos de follaje de guayaba y marañón en la alimentación de cerdos en posdestete y lograron mejoras en el consumo, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final y menor incidencia de diarreas, resultados que se corresponden con los obtenidos en el presente estudio. Los resultados positivos se deben a que los compuestos fenólicos del follaje de guayaba poseen propiedades antiinflamatorias y astringentes en la mucosa del tracto gastrointestinal, lo que resulta efectivo en casos de diarreas o cólicos, además posee efecto vasoconstrictor, antioxidante y antibacteriano contra cepas de enterobacterias (Martínez , Soto , Almeida , Hermosilla y Martínez 2012).

En otro estudio realizado por, (Zhang, Jung, Kim, Kim, y Kim, 2012) utilizaron phytoncide una mezcla de (flavonoides, compuestos fenólicos, alcaloides, taninos, terpenos y saponinas procedentes de pino coreano) como aditivo de cerdos en posdestete y demostraron que puede elevar la eficiencia del alimento, la digestibilidad de los nutrientes y mejorar el recuento de lactobacilos a nivel fecal e indicaron que el fitocida podría usarse como una buena alternativa a los antibióticos en cerdos al destete. La sinergia de estos metabolitos secundarios, regula las funciones orgánicas, el pH y el peristaltismo intestinal (Pérez y Solis, 2008).

La suplementación dietética con 1% de polvo y 1% de extracto cocido de follaje de guayaba de los tratamientos T2 y T3 no hubo diferencia significativa ($P < 0.001$) la incidencia de las diarreas de cerdos en posdestete con relación al tratamiento T1 durante los 15 días de estudio, (Figura 4).

La mayor incidencia de diarrea en los cerdos del tratamiento control T1 puede estar provocado principalmente por la proliferación de *E. coli* y otras bacterias patógenas intestinales que

alcanzan una máxima colonización en el intestino en los cerdos después del destete (Kong *et al.*, 2007). Por otra parte, en los tratamientos T2 y T3 se puede confirmar que el efecto antidiarreico del follaje de guayaba es similar a lo que se obtiene con antibióticos promotores de crecimiento y polvos mixtos de *A. occidentale*, *P. guajava* y *M. citrifolia*, *M. oleifera* con propiedades medicinales (Roisbel-Aroche, Aguilar, Ayala, Bertot, y Fraga, 2017).

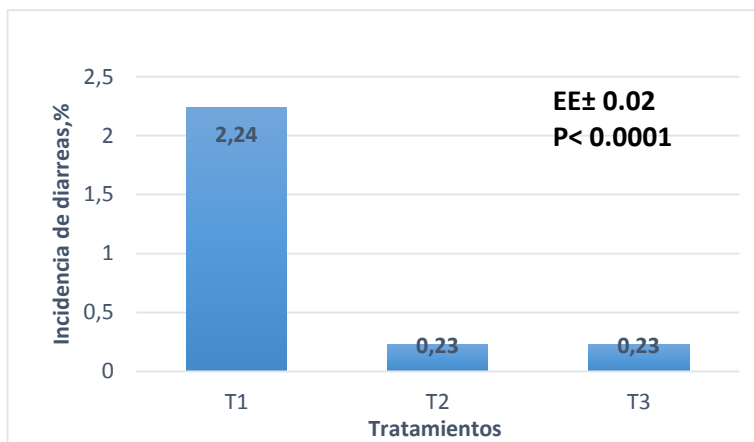


Figura 4. Efecto de la suplementación dietética con polvo y extracto cocido del follaje de guayaba en la incidencia de diarreas de cerdos en posdestete.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con el ensayo FOLIN el polvo de follaje de guayaba presentó la mayor concentración de polifenoles totales (45,61 mg/Acido gálico) en relación al extracto cocido (0,14 mg/Acido gálico).
- En el ensayo FRAP el polvo de follaje de guayaba presentó la mejor capacidad antioxidante en relación al extracto cocido, con el ensayo ABTS la actividad antioxidante entre el polvo y extracto cocido fue similar.
- La suplementación dietética con polvo y extracto cocido de follaje de guayaba al 1% 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

- Realizar nuevas investigaciones con polvos y extractos de plantas Amazónicas con potencial fitobiótico en cerdos de posdestete.

CAPITULO VI

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvares, E., Jimenez, O., Posada, C., Rojada, B., Garcia, C., y Diego, L. (2009). Actividad antioxidante y contenido fenólico de los extractos provenientes de las bayas de dos especies del género *Vismia* (Guttiferae). *Vitae*, 15(1).
- Amado, R., Lafourcade, P., y Pérez, R. (2013). Hojas de *psidium guajava* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 47, 127-135.
- Avello, M., y Pastene, E. (2005). Actividad antioxidante de infusos de *Ugni molinae* Turcz ("Murtilla"). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 4(2).
- Aquino-Bolaños, E.N., Flores-sosa, A.R., Capistrán-Carabarán, A., Ruíz-Romero, Y., Velásquez-Melgarejo, V., Carillo-Rodríguez, J.C., Chávez-Servia. 2017. Efecto de diferentes métodos de cocción sobre compuestos fenólicos y actividad antioxidante en flor comestible de gasparitos (*Erythrina americana*). In: M.E. Sánchez-Morales, G.V. Vásquez-García, A. Martínez-García, C.E. Solano-Sosa y E. Gutiérrez-Chávez (eds.), *Avances de la Ciencia en México*. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. León, México. pp: 477-484. IBSN: 978-607-95228-8-9
- Bederska-Lojewska, D., y Pieszka, M. (2011). Modulating gastrointestinal microflora of pigs through nutrition using feed additives. *Annals of Animal Science*, 3(11).
- Biagi, G., Cipollini, I., Paulicks, B., y Roth, F. (2010). Effect of tannins on growth performance and intestinal ecosystem in weaned piglets. *Archives of Animal Nutrition*, 64(2), 121-135.
- Caicedo, W. (2016). Estudio comparativo de tres aditivos zootécnicos en el comportamiento productivo y sanitario de cerdos en el período post-destete. *Revista Ciencia y Agricultura*, 13(2), 95-105.
- Cedeño, S.K. 2017. Efecto de los diferentes procesos de secado en los compuestos bioactivos de murtilla (*Ugni molinae* Turcz) y su bioaccesibilidad. Thesis MSc. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 40p
- Dal Masetto, M., Vidales, G., Echevarria, L., y Bérèterbide, J. (2018). Evaluación de los niveles de hemoglobina en lechones lactantes provenientes de sistemas de producción de cerdos de ciclo completo a campo y en confinamiento. *Veterinaria*, 35(362), 1852-1317X.
- Díaz-de-Cerio, E., Verardo, V., Gómez-Caravaca, A., Fernández-Gutiérrez, A., y Segura-Carretero, A. (2016). Exploratory characterization of phenolic compounds with demonstrated anti-diabetic activity in guava leaves at different Oxidation States. *International journal of molecular sciences*, 17(5), 699.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L. & Robledo, C.W. 2012. InfoStat. version 2012, [Windows], Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, Available: <<http://www.infostat.com.ar/>>.
- FAO. (2014). Producción Pecuaria. *Organización de las naciones unidad para la alimentación y la agricultura*. obtenido en <http://www.fao.org/animal-production/es/>.
- Figuroa, Chi, Cervantes, y Dominguez. (2016). Alimentos funcionales para cerdos. *Red de revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 137.
- Gómez, E., Arévalo, A., Días, D., y Chacón, M. (2012). Cuantificación de polifenoles totales y actividad antioxidante en hojas, corteza, flores y fruto de dos variedades de guayaba (*psidium guajava* L.). *Revista Investigación y Amazonía*, 1(2), 48-52.

- Granito, M., Brito, Y., y Torres, A. (2007). Chemical composition, antioxidant capacity and functionality of raw and processed *Phaseolus lunatus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(15), 2801-2809.
- Grijalva, M. (2007). Efecto de fitobióticos y acidificantes en el desempeño de lechones posdestete en Zamorano, Honduras. *Biotecnología en el Sector Agropecuario*, 1(5), 55-67
- Guerra, C., Galán, J., Méndez, J., y Perea, E. (2008). Evaluación del efecto del extracto de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunos parámetros productivos de cerdos destetos. *Tumbaga*, 1(3), 16-29.
- Iamjud, K., Banyen, N., Boonprakob, U., y Thaipong, K. (2011). *Ascorbic Acid, Total Phenolics and Antioxidant Activity of Guava Leaf Extracts*. Paper presented at the International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits 1024.
- Insuasti, A., Collazos, D., y Argote, F. (2008). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 6(1), 32-41.
- Jha, R., y Berrococo, J. (2016). Dietary fiber and protein fermentation in the intestine of swine and their interactive effects on gut health and on the environment: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 212, 18-26.
- Jiang, X., Zhang, H., Mantovani, G., Alborali, G., Caputo, J., Savoini, G., Bontempo, V. (2014). The effect of plant polyphenols on the antioxidant defence system of weaned piglets subjected to an *Escherichia coli* challenge. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 663, 127.
- Kim, E., y Isaacson, R. (2015). The pig gut microbial diversity: understanding the pig gut microbial ecology through the next generation high throughput sequencing. *Veterinary microbiology*, 177(3-4), 242-251.
- Kong, X., Wu, G., Liao, Y., Hou, Z., Liu, H., Yin, F., Deng, D. (2007). Effects of Chinese herbal ultra-fine powder as a dietary additive on growth performance, serum metabolites and intestinal health in early-weaned piglets. *Livestock Science*, 108(1-3), 272-275.
- Kukula, Koch, W., Angelis, A., Halabalaki, M., y Aligiannis, N. (2016). Application of pH-zone refining hydrostatic countercurrent chromatography (hCCC) for the recovery of antioxidant phenolics and the isolation of alkaloids from Siberian barberry herb. *Food chemistry*, 203, 394-401.
- Kuskoski, E., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini-Filho, J., y Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4), 726-732.
- Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad *Desarrollo y Transversalidad serie Lasallista Investigación y Ciencia* (pp. 221-333): Corporación Universitaria Lasallista.
- 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.
- Más Toro, D. (2017). Análisis preliminar de los metabolitos secundarios de polvos mixtos de hojas de plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(1), 1-9.
- Mendoza-Corvis, F., Hernández, E., y Ruiz, L. (2015). Efecto del Escaldado sobre el Color y Cinética de Degradación Térmica de la Vitamina C de la Pulpa de Mango de Hilacha (*Mangífera indica* var *magdalena river*). *Información tecnológica*, 26(3), 09-16.
- Menéndez, J. (2017). Evaluación de dos edades al destete, 21 y 25 días de edad, sobre los parámetros productivos en lechones (*sus scrofa domestica*) hasta los 70 días de edad así como el análisis costo beneficio de cada destete. *Veterinaria*. 33(5), 22-30.

- Mesas, A., Zapata, S., Arana, L., Zapata, I., Monsalve, Z., y Rojano, B. (2015). Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14(1).
- Middleton, E., Kandaswami, C., y Theoharides, T. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, 52(4), 673-751.
- Navarrete, E., Laíño, A., Ocampo, R., Robinson, M., Álvarez, A., y López, G. (2017). Composición química de productos y subproductos agrícolas utilizados en alimentación animal por pequeños productores de la zona de Quevedo, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(3), 217-229.
- Pavez, A. (2014). Evaluación Productivo de dos protocolos de alimentacion a diferentes dietas iniciales en lechones posdestete. *Revista argentina de microbiología*. 11(29), 23.
- Pérez, M., y Solis, R. (2008). Psidium guajava: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of ethnopharmacology*, 117(1), 1-27.
- Quiñones, M., Miguel, M., y Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición hospitalaria*, 27(1), 76-89.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., y Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Restrepo, D., Narváez, E., y Restrepo, L. (2009). Extracción de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en Vélez-Santander, Colombia. *Quim. Nova*, 32(6), 1517-1522.
- Rivas, M., Oranday, C., y Verde, C. (2016). *Investigación en plantas de importancia médica*: OmniaScience.
- Roisbel-Aroche, G., Aguilar, M., Ayala, L., Bertot, R., y Fraga, Y. (2017). Comportamiento productivo e incidencia de diarrea en cerdos posdestete suplementados con polvo mixto de hojas de plantas con propiedades nutracéuticas. *Revista Ciencia y Agricultura*, 14(2), 19-26.
- Salazar, D., Melgarejo, P., Martínez, R., Martínez, J., Hernández, F., y Burguera, M. (2006). Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). *Scientia Horticulturae*, 108(2), 157-161.
- Sanda, K., Grema, H., Geidam, Y., y Bukar-Kolo, Y. (2011). Pharmacological aspects of *Psidium guajava*: An update. *International Journal of Pharmacology*, 7(3), 316-324.
- Sarradell, J., Pérez, A., Comba, E., Pereira, N., Anthony, L., Andrada, M., y Segalés, J. (2004). Hallazgos patológicos en cerdos afectados con el síndrome del desmedro multisistémico postdestete de la República Argentina. *Revista argentina de microbiología*, 36(3), 118-124.
- Silva, M., Brigide, P., Toledo, N., y Canniatti-Brazaca, S. (2018). Phenolic compounds and antioxidant activity of two bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) submitted to cooking. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21.
- Solano, M. (2016). Consideraciones en la alimentación Posdestete: la necesidad de un buen preiniciador. *Red de revistas Científicas*.
- Souza, T., Mariscal, L., Escobar, G., Aguilera, B., y Magné, B. (2012). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Veterinaria México*, 43(2), 155-173.
- Spreeuwenberg, M., Verdonk, J., Gaskins, H., y Verstegen, M. (2001). Small intestine epithelial barrier function is compromised in pigs with low feed intake at weaning. *The Journal of nutrition*, 131(5), 1520-1527.

- Valencia, A., Figueroa, I., Martinez, S., Camacho, E., Martinez, F., y Garcia, M. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la facultad de ciencias quimicas*, 16, 29.
- Vallejos, A., Grajales, C., y 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.
- Wang, T., Schoene, N., Milner, J., y Kim, Y. (2012). Broccoli-derived phytochemicals indole-3-carbinol and 3, 3'-diindolylmethane exerts concentration-dependent pleiotropic effects on prostate cancer cells: Comparison with other cancer preventive phytochemicals. *Molecular carcinogenesis*, 51(3), 244-256.
- Wiseman, M. (2008). The Second World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research Expert Report. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective: Nutrition Society and BAPEN Medical Symposium on 'Nutrition support in cancer therapy'. *Proceedings of the Nutrition Society*, 67(3), 253-256.
- Yam, J., Villaseñor, P., Alberto, C., Romantchik, E., Soto, M., y Peña, M. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4), 74-82.
- Zapata, K., Cortes, F., y Rojano, B. (2013). Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de Guayaba Agria (*Psidium araca*). *Información tecnológica*, 24(5), 103-112.
- Zhang, S., Jung, J., Kim, H., Kim, B., y Kim, I. (2012). Influences of phytoncide supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, diarrhea scores and fecal microflora shedding in weaning pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(9), 1309.

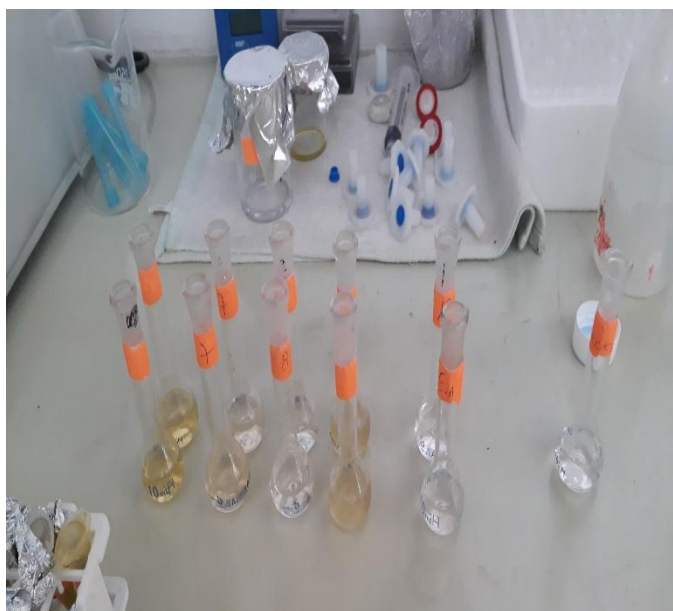
CAPITULO VII

6. Anexos

Anexo 1: Elaboración del polvo y extracto del follaje de guayaba.



Anexo 2: Determinación de fenoles totales en polvo y extracto de follaje de guayaba



Anexo 3: Adecuación de corrales



Anexo 4: Identificación de corrales



Anexo 5: Selección de los animales para el ensayo



Anexo 6: Manejo de la Alimentación (Aplicación de tratamientos)

