

Universidad Técnica Nacional

Sede Atenas

Sistemas de Producción Animal

**Tesis para optar por el grado de Licenciatura en
Ingeniería en Sistemas de Producción Animal**

“Efecto de la suplementación con ácidos orgánicos y aceites
esenciales en la productividad de cerdas en el trópico seco”

Autores

Jorge Arturo Alvarado Núñez

Michael Hernández Agüero

Atenas, 2020

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jorge Arturo Alvarado Núñez portadora de la cédula de identidad número 503510007 y Michael Hernández Agüero portadora de la cédula de identidad número 108730386 estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Licenciatura En Ingeniería En Sistemas De Producción Animal, concedora (s) de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante el (la) Director (a) de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los dieciséis días del mes de abril del dos mil dieciséis.



Jorge Arturo Alvarado Núñez

503510007



Michael Hernández Agüero

108730386

HOJA DE APROBACIÓN

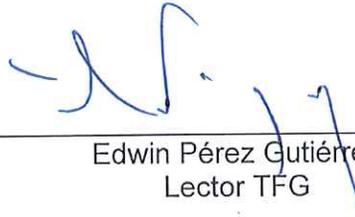
Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito para optar al grado de Licenciatura En Ingeniería En Sistemas De Producción Animal.



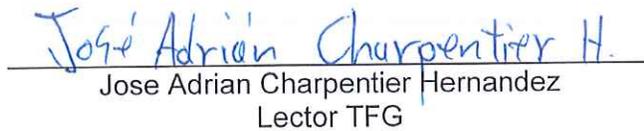
César Solano Patiño
Director de Carrera



Luis Alejandro Rodríguez Campos
Tutor del TFG



Edwin Pérez Gutiérrez
Lector TFG



Jose Adrian Charpentier Hernandez
Lector TFG

Acta de Aprobación



Sede Atenas

ACTA

En la ciudad de Atenas, a los 8 días del mes de Febrero del año 2020, estando presentes en la Sede Atenas de la Universidad Técnica Nacional, las siguientes personas: Luis Alejandro Rodríguez Campos, Edwin Pérez Gutierrez, José Adrián Charpentier Hernández y César Solano Patiño, en su condición de miembros del Tribunal Evaluador, para evaluar el Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura, del estudiante **Michael Hernandez Agüero**, cédula de identidad número 108730386.

Reunido el Tribunal Evaluador y el aspirante, éste procedió a defender su Trabajo Final de Graduación: **"Efecto de Suplementación con ácidos orgánicos y aceites esenciales en la productividad de cerdas en el trópico"**

Concluida la defensa del Trabajo Final de Graduación, el Tribunal Evaluador consideró que de conformidad con la normativa en la materia, el estudiante obtuvo una calificación de 83, cumpliendo con las exigencias requeridas para la aprobación del Trabajo Final de Graduación y le es conferido el grado de Licenciado en Ingeniería en Sistemas de Producción Animal

Nombres y firmas del tribunal y de los estudiantes:

César Solano Patiño (Director de Carrera)

Luis Alejandro Rodríguez Campos (Tutor)

José Adrián Charpentier Hernández (Lector)

Edwin Pérez Gutiérrez (Lector)

Michael Hernández Agüero (Estudiante)

The image shows five horizontal lines representing signature lines. From top to bottom: 1. A handwritten signature in blue ink, likely César Solano Patiño. 2. A handwritten signature in blue ink, likely Luis Alejandro Rodríguez Campos. 3. A handwritten signature in blue ink, with the name 'José Adrián Charpentier H.' written in blue ink below it. 4. A handwritten signature in blue ink, likely Edwin Pérez Gutiérrez. 5. A handwritten signature in blue ink, likely Michael Hernández Agüero.

Acta de Aprobación



Sede Atenas

ACTA

En la ciudad de Atenas, a los 8 días del mes de Febrero del año 2020, estando presentes en la Sede Atenas de la Universidad Técnica Nacional, las siguientes personas: Luis Alejandro Rodríguez Campos, Edwin Pérez Gutierrez, José Adrián Charpentier Hernández y César Solano Patiño, en su condición de miembros del Tribunal Evaluador, para evaluar el Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura, del estudiante **Jorge Arturo Alvarado Núñez**, cédula de identidad número 503510007.

Reunido el Tribunal Evaluador y el aspirante, éste procedió a defender su Trabajo Final de Graduación: **"Efecto de Suplementación con ácidos orgánicos y aceites esenciales en la productividad de cerdas en el trópico"**

Concluida la defensa del Trabajo Final de Graduación, el Tribunal Evaluador consideró que de conformidad con la normativa en la materia, el estudiante obtuvo una calificación de 83, cumpliendo con las exigencias requeridas para la aprobación del Trabajo Final de Graduación y le es conferido el grado de Licenciado en Ingeniería en Sistemas de Producción Animal

Nombres y firmas del tribunal y de los estudiantes:

César Solano Patiño (Director de Carrera)

Luis Alejandro Rodríguez Campos (Tutor)

José Adrián Charpentier Hernández (Lector)

Edwin Pérez Gutiérrez (Lector)

Jorge Arturo Alvarado Núñez (Estudiante)

Four handwritten signatures in blue ink are written over horizontal lines. The first signature is for César Solano Patiño, the second for Luis Alejandro Rodríguez Campos, the third for José Adrián Charpentier Hernández (with the name written in print below the signature), and the fourth for Jorge Arturo Alvarado Núñez.

Dedicatoria

Le damos gracias a nuestro profesor tutor por impulsarnos a terminar con el trabajo que comenzamos como una nueva etapa de conocimiento y auto dedicación para culminar con el Trabajo Final de Graduación optando por la licenciatura en Sistemas de Producción Animal, plasmado en el siguiente informe y a nuestras familias las que han sufrido el sacrificio del tiempo familiar para lograr culminar este proceso empezado años anteriores, la vez fueron nuestros motores que impulsaron así el objetivo final.

Así mismo dedicarle a Dios lograr culminar esta etapa de estudios, que nos libró de enfermedades y accidentes durante el proceso.

A nuestros compañeros y amigos presente durante el transcurso académico que sin esperar nada a cambio nos transmitieron sus conocimientos con el fin de enriquecer nuestro aporte académicos, y a todas aquellas personas que de otra forma colaboraron para lograr la licenciatura.

Agradecimiento

A DIOS, por darnos la oportunidad de culminar esta licenciatura y compartir muchos momentos de nuestras vidas al lado de nuestros amigos y profesores que siempre se esforzaron al máximo para transmitir sus conocimientos académicos.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las siguientes personas: Ing. Luis Alejandro Rodríguez Campos por su dirección, revisión y conocimientos aportados para la realización del presente trabajo de investigación; al Ing. Edwin Pérez Gutiérrez y al Dr. Adrián Charpentier por su colaboración en la revisión del trabajo; y a la Ganadería Diamante por brindar el apoyo y abrir las puertas de la empresa para realizar el estudio.

Gracias a todas las personas que de alguna u otra manera nos ayudaron a culminar nuestros estudios profesionales.

RESUMEN

Durante las últimas décadas, los aditivos fitogénicos para alimentos balanceados, como los aceites esenciales naturales y extractos de plantas en combinación de ácidos orgánicos, han recibido una mayor atención como posibles opciones a los antibióticos como generadores de crecimiento en la producción animal.

Se valoró el efecto de la suplementación con ácidos orgánicos y aceites esenciales contenidos en el producto Genex Pig® producto comercial, en los parámetros de productividad en 42 cerdas Topigs®, en el trópico seco costarricense. La evaluación se hizo en la explotación porcina Ganadería Diamantes, durante el período de enero a junio de 2018. El tratamiento consistió en adicionar Genex Pig® en el alimento balanceado de la finca, a partir del día 77 de gestación y durante el periodo de lactancia para T₁, y para el control T₀, la dieta estándar que se maneja en la finca. Para realizar dicha evaluación se mezclaron dos kg de Genex Pig®, por tonelada de alimento en la planta bajo los procedimientos y estándares de calidad de dicha explotación.

En el estudio estadístico se muestra que los datos son muy similares, estadísticamente y no se encuentra diferencia significativa como para justificar el uso del producto Genex Pig® en la dieta de gestación preparto y lactancia. Con los números obtenidos se puede decir que el aditivo no produce ningún efecto en la

producción de la empresa ganadería diamante, la cual debe centralizar su atención en las mejoras del confort de los animales en la época seca, con el bienestar se obtendrá resultados que ayuden a ser más eficiente en la actividad porcina.

CONTENIDO

TABLA DE CUADROS	15
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	16
TABLA DE FIGURAS	17
INTRODUCCION.....	18
Objetivos	22
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos	22
Hipótesis.....	23
I. MARCO TEORICO	24
Consideración del uso de Fitobióticos.....	24
Eficacia del uso del uso de los fitobióticos	26
Aceites Esenciales	27
El modo de acción aceites esenciales.....	28
Aceite de Orégano.....	29
Aceite de Tomillo	29
Aceite de Canela	30
Yuca	31
Ácidos Orgánicos.....	31
Características de los ácidos orgánicos	34

Ácido Fórmico.....	36
Ácido láctico	36
Ácido acético	36
Ácidos orgánicos para mejorar el rendimiento en las dietas de cerdo	37
Ácidos Orgánicos en la Regulación del Ecosistema Intestinal	38
Los ácidos orgánicos y efecto antimicrobiano	39
Los ácidos orgánicos y su función en el organismo	39
II. MARCO METODOLÓGICO.....	42
Localización.....	42
Parámetros productivos.....	43
Duración de la investigación.....	44
Manejo de los animales.....	44
Alimentación.....	47
Método para calcular la ganancia diaria	49
Diseño del experimento.....	49
Variables evaluadas	50
Análisis estadístico	51
ANALISIS DE RESULTADOS	53
III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
Conclusiones.....	72

Recomendaciones.....	74
IV. REFERENCIAS	77
Anexos.....	91
Anexo 1: Diseño jaula de gestación.....	91
Anexo 2: Ingreso a cerdas a maternidad	92
Anexo 3: Manejo de cerdos recién nacidos	93
Anexo 4: Diseño de jaula de maternidad	94
Anexo 5: Imagen de ecografía a 28 días de preñez	95
Anexo 6: Desempeño histórico de la Granja Porcina El Diamante.....	96
Anexo 7: Pesaje de cerdas al ingreso de maternidad.....	98
Anexo 8: Histórico de Nacidos vivos y peso promedio de lechones	99
Anexo 9: Edad y peso de lechones al destete	100
Anexo 10: Carta de Autorización de uso de datos.....	101

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de las dietas básicas de la finca.....	47
Cuadro 2. Programa de alimentación por cada una de las fases.	48
Cuadro 3. Composición y características del Genex Pig®.	48
Cuadro 4. Medias, errores estándares y valores-p para la comparación de los tratamientos evaluados para las cerdas de la raza Topigs® tratado con Genex Pig® y el grupo control.	54
Cuadro 5. Numero de hembras preñadas, tasa de preñez, intervalo de confianza y valor-p de la prueba exacta de Fisher para la comparación de los tratamientos evaluados	66
Cuadro 6. Medias, errores estándares y valores-p para la comparación de los tratamientos evaluados para los lechones de la raza Topigs® tratado con Genex Pig® y el grupo control.	66

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Algunos ácidos orgánicos alifáticos no saturados. Adaptado de (Gillespie et al, 1990).....	35
Ilustración 2. Instalaciones Ganadería Diamante (Google Earth 2017).....	42

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de lechones nacidos vivos, Abangares, Guanacaste, 2019.	56
Figura 2. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de lechones nacidos muertos, Abangares, Guanacaste, 2019.....	57
Figura 3. Media, intervalo de 95% de confianza y dispersión observada para la variable lechones muertos en lactancia, Abangares, Guanacaste, 2019.	60
Figura 4. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de lechones destetados, Abangares, Guanacaste, 2019.	61
Figura 5. Promedio, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para consumo de alimento las cerdas (izquierda) y rechazo promedio diario de alimento (derecha), Abangares, Guanacaste, 2019.....	62
Figura 6. Media, Intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de pérdida de peso de cerda en lactancia, Abangares, Guanacaste, 2019.....	63
Figura 7. Media, Intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de Perdida de grasa dorsal, Abangares, Guanacaste, 2019.....	64
Figura 8. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de días abiertos Abangares, Guanacaste, 2019.....	65
Figura 9. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable del peso al nacimiento, Abangares, Guanacaste, 2019. Peso al Nacimiento.....	67
Figura 10. Promedio, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable del peso del lechón al destete, Abangares, Guanacaste, 2019.	67

INTRODUCCION

Torres y Zarazaga (2002), indican que a finales de los años cuarenta, se distinguió que aquellos animales alimentados con “productos de fermentación *streptomyces aureofaciens* mejoraban su desarrollo” (p. 109), en comparación con las que no se les suministraba este fermento. Se indica que los componentes antimicrobianos presentes en ese extracto favorecieron el desarrollo de los animales. Seguido a ello, se ratificó esta propiedad en ciertos antimicrobianos y para otras especies animales. Los antibióticos utilizados como promotores de crecimiento se han utilizado en dosis bajas en el período productivo de la vida del animal, originando un aumento de peso considerado alrededor del 5% (Torres y Zarazaga, 2002).

La forma por el cual los antimicrobianos favorecen el crecimiento de los animales mejorando los índices productivos de los mismos no se conoce con exactitud. Torres y Zarazaga indican además que los antimicrobianos modifican la cantidad y calidad del microbiota intestinal, generando una disminución de las bacterias promotoras de afecciones no sintomáticas. Intervienen también reducción de la flora normal que compite con el huésped por los alimentos. Lo anterior conlleva a un mejoramiento en la producción y disminuye la mortalidad de los animales siendo esto una práctica común para mejorar la productividad de las explotaciones pecuarias.

Desde mediados de siglo del XX, la utilización de los antibióticos en bajas dosis adicionado al alimento balanceado de los animales de producción ha llegado a ser una práctica común para el mejoramiento en la productividad de las explotaciones pecuarias. En dichos años, no se tenía en cuenta el efecto que el consumo de estos productos utilizados como promotores de crecimiento conocidos como factores nutricionales (como se les pensaba en un principio) tuviesen efecto sobre la resistencia bacteriana. A términos de los años sesenta nacieron las primeras voces de inquietud sobre el aumento de la resistencia y la potencial relación con el consumo de antibióticos como promotor del crecimiento (Torres y Zarazaga, 2002).

En la década de los noventa se observa en diferentes países de Europa la diseminación de diferentes cepas bacterianas resistentes a los antibióticos de uso humano esto alarmo a los investigadores, por otro lado en Dinamarca tras la prohibición de de 4 antibióticos como promotores de crecimiento tales como la (avoparcina, tilosina, avilamicina y virginiamicina) comúnmente utilizados para mejorar los índices de productividad, se observó una enfática “disminución de las tasas de resistencia a dichos antibióticos y otros relacionados de uso en humanos en cepas de *Enterococcus* procedentes de aves y cerdos” (Torres y Zarazaga, (p. 111, 2002).

Por otro lado, la porcicultura es una actividad de gran importancia en Costa Rica y el Mundo. La producción anual mundial de cerdos ha crecido hasta alcanzar más de “100 millones de toneladas métricas (TM). En el 2015 en Costa Rica se

produjeron en promedio 53.000 toneladas de carne de cerdo” (Urbina, 2016), y esto genera oportunidades para todos los que participan en la cadena productiva. El “sector porcino es dinámico, que ha crecido en cantidad y calidad en los últimos 10 años” refiere Urbina (2016), y que además el consumo per cápita de carne de cerdo en Costa Rica es de doce kg, del cual el 90% es producción nacional, por lo que se debe trabajar en lo que respecta en valor agregado.

La participación del sector porcino con respecto al valor agregado en la Economía costarricense ronda 0.18%, con respecto al valor agregado agrícola y pecuario es de 1.77% y en el sector pecuario es del 8.47% Siendo esto muy importante por el aporte en la economía familiar del pequeño productor (Mora, 2018).

De acuerdo con el Censo Agropecuario del 2014, en Costa Rica existía un aproximado de 14 600 granjas de producción de cerdo, las cuales, en porcentaje mayor, eran granjas pequeñas artesanales o de traspatio, “donde hay entre 1 y 10 cerdos. Por otra parte, hay 87 granjas de mayor escala asociadas a la Cámara Costarricense de Porcicultores, que son las que producen el 80 % de la carne de cerdo del país” (O’Neal, párr. 3, 2018).

Actualmente los porcicultores afrontan un mercado abierto que exige una productividad y en donde la calidad es la clave de la competitividad que buscan, esto debido a tratados de libre comercio que nuestros gobiernos han firmados con diferentes países productores (O’Neal, 2018).

Es necesario mejorar la eficiencia y competitividad de la producción porcina en el trópico seco costarricense, sin dejar de lado requerimientos de mercado como la sustitución del uso de antibióticos promotores de crecimiento en la producción animal. Con esto en mente, se ha aumentado la búsqueda de suplementos y/o aditivos nutricionales (ácidos orgánicos, aceites esenciales y extractos de plantas naturales), que ayude al desarrollo de una adecuada inmunidad en las madres, y éstas a su vez se la trasladen a sus hijos. Lo anterior se logra por medio de una buena digestión y degradación de los alimentos a nivel gastrointestinal, llenando los requerimientos nutricionales por parte de los animales, y con ello, un desarrollo adecuado del sistema inmune competente y preparado para los diferentes retos a los que el animal debe afrontar (Magalhaes et al., 2008).

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación con ácidos orgánicos y aceites esenciales en los parámetros de productividad en cerdas Topigs® en el trópico seco costarricense.

Objetivos Específicos

Determinar si existe diferencia en los días abiertos de las cerdas y en la tasa de concepción al comparar cerdas suplementadas con ácidos orgánicos y aceites esenciales con cerdas no suplementadas.

Verificar si al suplementar la dieta de cerdas en lactancia con ácidos orgánicos y aceites esenciales se puede detectar diferencias en el consumo y profundidad de la grasa dorsal.

Evaluar el efecto de la suplementación con ácidos orgánicos y aceites esenciales durante la gestación sobre la cantidad de lechones nacidos totales, nacidos vivos, nacidos muertos.

Determinar la ganancia de peso diaria, la mortalidad y la incidencia de diarreas en las camadas cuyas madres fueron suplementadas con dietas de gestación y lactancia con ácidos orgánicos y aceites esenciales en relación con las camadas provenientes de la dieta estándar de la granja.

Hipótesis

La suplementación con ácidos orgánicos, aceites esenciales naturales y extractos de plantas no tendrá efecto en los parámetros productivos de cerdas Topigs^R en el trópico seco.

I. MARCO TEORICO

Consideración del uso de Fitobióticos

En la alimentación animal el uso de fitobióticos como aditivo nutricional se ha venido incrementando para tratar de mejorar los índices técnicos productivos y aumentar la rentabilidad de la producción animal, aumentando la eficiencia del crecimiento y disminuyendo carga de patógenos y enfermedades, al sustituir la utilización de antibióticos como promotores de incremento de la rentabilidad del ciclo de los cerdos, ya que estos dejan residuos en los productos cárnicos y se promueve el desarrollo de microbios resistentes a los antimicrobianos (Ariza, et al 2011).

Los extractos de vegetales se han manipulado en gran medida para la nutrición y la mejora de la salud humana. Su uso se ha incrementado en la alimentación animal después de la prohibición de los antibióticos como promotores de crecimiento en la Unión Europea desde el 2006, estos no se volvieron a usar como mejoradores de los índices productivos en la producción animal. Las motivaciones que han justificado el no uso de estos y sus posibles efectos sobre la productividad y la salud animal y humana siguen siendo controvertidos social, y desde un punto de vista científico (Cepero, 2006).

Los fitobióticos son “compuestos bioactivos naturales derivados de plantas con efectos positivos sobre el crecimiento y la salud de los animales, que se añaden

como aceites esenciales, extractos botánicos y extractos de hierbas” (Puvaca et al, 2013, citado por Martínez et al, párr. 16, 2017). Se conoce que algunas combinaciones fitobióticas tienen propiedades antimicrobianas, antivirales, antifúngicas y antioxidantes (Brenes et a, 2010, citado por Martínez et al, 2017). Con la identificación de componentes activos de los fitobióticos y algunos avances en los estudios de estos componentes anteriormente mencionados en animales, se han incrementado los esfuerzos de investigación para utilizarlos en sustitución de los antibióticos en dietas animales (Li et al, 2012, citado por Martínez et al, 2017).

El resultado alentador que tienen los “fitobióticos sobre la ingesta de alimento se debe al aumento en la palatabilidad de la dieta, resultante del sabor y olor” (Kroismayr et al, 2006, citado por Martínez et al, párr. 19, 2017).

Sin embargo, el efecto de la adición de aceites esenciales a las dietas de cerdos es muy variable. La adición de aditivos fitobióticos a las dietas de los cerdos, puede en algunos casos, no afectar la ingesta de alimento e incluso dar lugar a una mejor eficiencia alimenticia (Martínez et al, párr. 19, 2017).

El posible efecto estimulante de las secreciones digestivas por parte de los ácidos orgánicos mejora la función intestinal al aumentar “las secreciones digestivas como: enzimas, bilis y moco (Platel et al, 2004). Las sustancias fitogénicas de ciertas hierbas, especias y sus extractos, también han demostrado tener acciones antimicrobianas dentro del tracto intestinal (Camara et, al, 2003)” (citado por Martínez et al., párr. 20).

Las propiedades antioxidantes de algunas sustancias fitogénicas se han atribuido a los terpenos fenólicos en los aceites esenciales. Las plantas que contienen terpenos son el orégano, el tomillo y el romero. Sin embargo, aún se estudia si se pueden añadir estas plantas en cantidades suficientes en las dietas de los cerdos, para reemplazar los antioxidantes comúnmente utilizados en estas (Martínez et al., párr. 21, 2017).

Los efectos antimicrobianos de las sustancias derivadas de dichas plantas se han sido conocido durante siglos. Dichas propiedades antimicrobianas se les atribuyen a los aceites esenciales de las mismas. El orégano y el tomillo, por su contenido de monoterpenos carvacrol y timol, muestran gran eficacia in vitro contra bacterias patógenas que se localizadas en el tracto digestivo de los animales (Martínez et al, párr. 22, 2017).

Eficacia del uso del uso de los fitobióticos

Según la eficacia, la aplicación de los aditivos alimentarios fitogénicos en cerdos debe ser segura para el mismo, para el usuario y el consumidor del producto animal y por ende del medio ambiente; sin embargo, a aquellos animales expuestos en general, no se pueden excluir de los efectos adversos para la salud en caso de una sobredosis accidental. Para el usuario (por ejemplo, fabricante del alimento), el manejo de formulaciones puras de tales aditivos para el alimento debe de tener y

seguir las medidas de protección respectivas, dado que son potencialmente irritantes y pueden llegar a causar dermatitis alérgica por contacto (Burt, 2004).

Aceites Esenciales

Los aceites esenciales también se pueden denominar extractos naturales a diferencia de los ácidos orgánicos, son usados recientemente en la porcicultura como alternativas para mejorar la salud intestinal de los cerdos. Estos productos son derivados de las plantas con el fin de mejorar el rendimiento de los cerdos. El nombre de aceites esenciales se utiliza para englobar algunos extractos lipofílicos naturales de diferentes partes de las plantas (flores, semillas, hojas, raíces, etc.), por lo cual, es una mezcla de varios compuestos (Amorati et al., 2013; citado por Grilli et al., 2017).

Las plantas y sus aceites esenciales han sido utilizadas por sus propiedades curativas, tales como las antimicrobianas, en los seres humanos y animales. El uso de éstas en la alimentación animal obtuvo mucho auge después de la prohibición de los antibióticos como promotores de crecimiento en Europa. Las bondades más reconocidas de los extractos de las plantas son algunas propiedades antimicrobianas y antioxidantes, aunque aún no se tiene bien esclarecido. Además, dichos aceites esenciales tienen una variedad de actividades biológicas “como bajar el colesterol en sangre, afectan el sabor, estimulan el proceso de digestión,

antivirales, antimicóticos, antiparasitarios, así como la inhibición de olor y de control del amoníaco” (Teneda, 2015).

Los aceites esenciales pueden permeabilizar en las membranas celulares y en las paredes de las bacterias (Burt, 2004; citado por Albetis, 2018). Se sospecha, además, que los aceites esenciales también podrían interactuar con las partes hidrofóbicas las proteínas de la membrana, perjudicando la acción de enzimas importantes en el metabolismo energético como la ATP asa de la membrana (Albetis, 2018). Los aceites esenciales tienen un efecto limitado sobre las bacterias, pero pueden ser muy efectivos en sinergia con los ácidos orgánicos estimulando el crecimiento de los animales al prevenir ciertas enfermedades intestinales.

El modo de acción aceites esenciales

Ultee et al. (2002) citado por Grilli et al. (2017) indican que los aceites esenciales despliegan un efecto antimicrobiano por su naturaleza lipofílica, actuando en la membrana bacteriana formando poros, los cuales alteran la estructura lipídica y afectan al potencial de membrana y la permeabilidad de las células bacterianas. Los efectos favorables de los extractos de plantas sobre la salud intestinal de los cerdos no solo se deben a su efecto antimicrobiano sino a muchas otras propiedades. Los extractos de plantas tienen la capacidad de ser antioxidantes, también pueden mejorar la respuesta inmunitaria por último hace mención (Grilli et al., 2017).

Aceite de Orégano

Grondona et al (2014) indican que “*el orégano (Origanum vulgare) es una planta herbácea perenne, aromática, nativa de Europa, de la familia Lamiácea, tiene varias especies; gracias a sus características aromáticas y de aplicación alimenticia, se han desarrollado muchas subespecies y variedades*”.

Los aceites esenciales del orégano tienen propiedades similares a los aditivos antimicrobianos utilizados en la elaboración de alimentos para animales, estos aceites esenciales de orégano se aíslan de hojas y flores de esta planta siendo los principales componentes nutraceuticos cíclicos son el carvacrol y timol (Ariza, et al 2011).

Los compuestos principales del orégano son el carvacrol y timol, los cuales tienen “funciones antioxidantes y antibacterianas, alterando la permeabilidad de la membrana celular de las bacterias, entre las que están: *Salmonella sp.* y *Escherichia coli*, responsables de muchos trastornos digestivos en los cerdos” (Grondona et al., 2014).

Aceite de Tomillo

El tomillo posee los siguientes compuestos: timol, borneol, carvacrol, cimeno, linaol, pineno, acetato de bornila y dipenteno. La acción desinfectante se localiza en el aparato digestivo, respiratorio y genitourinario, y principalmente en las mucosas

de la boca y garganta, y de los órganos genitales. Esta acción antimicrobiana se ve mejorada al estimular la actividad de los leucocitos (aumento de los glóbulos blancos en la sangre). Su utilización es muy diversa puede ser usado “como digestivo, estimulante del apetito, antioxidante, antiparasitario, antihelmíntico, anticitarral, antimicrobiano, antiséptico, cicatrizante, antiespasmódico, carminativo, expectorante y mucolítico” (Jiménez, 2015).

Aceite de Canela

Desde la antigüedad, la canela se ha utilizado como una especia culinaria y de propósitos medicinales. Se menciona que existen dos variedades principales de canela: la *Cinnamomum verum* o *zeylanicum* (conocida como la canela original o canela de Ceilán, cultivada en Sri Lanka) y la *Cinnamomum aromaticum* (conocida como Cassia, cultivada en China, Vietnam e Indonesia. La canela original es de color marrón amarillento y produce un polvo más fino que la Cassia, que presenta un color pardo grisáceo (Burt, 2004).

Los aceites esenciales poseen componentes con propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Algunos estudios indican que el uso de aceites mejora la conversión alimenticia y se demostrado en la producción porcina que los aceites esenciales mejoran sus índices técnicos. Aunque dichos experimentos no establecieron las causas de tales mejoras, es probable que los aceites esenciales acrecienten la secreción de enzimas endógenas y además favorezcan en el equilibrio microbiano adecuado en el tracto digestivo (Bernal, 2014).

Yuca

El extracto de *Yucca schidigera* se usa desde hace mucho tiempo como complemento alimenticio para humanos en las regiones desérticas del Norte de México, pues contiene saponinas esteroidales con propiedades antiinflamatorias (Martínez et al, 2019).

En los cerdos alimentados con dietas que contienen *Yucca schidigera*, se observó que la concentración de amoníaco en las heces fue menor, en comparación con aquellos animales que no fueron alimentados con la yuca. Las bifidobacterias, las eubacterias y los estafilococos, fueron más cuantiosos en las heces de los cerdos que recibieron una dieta suplementada con yuca, en comparación con aquellos que no recibieron la *Yucca schidigera*. Dentro de las bacterias presentes en las heces las bifidobacterias contribuyen comúnmente en el tratamiento de la diarrea y el estreñimiento. Sin embargo, no existe buena evidencia científica para apoyar muchos estos usos. (Martínez et al., 2015).

Ácidos Orgánicos

Las investigaciones en este campo de los ácidos orgánicos como inorgánicos son consideradas como los agentes más efectivos como agentes antibacterianos. Otros productos que mostraron efectos positivos son los extractos de plantas y aceites naturales, esto aunado a la prohibición de ciertos antibióticos, está generando mayor interés en la industria de alimento para suministrar a los cerdos

dirigido hacia el uso de aditivos, como gran beneficio no dejan residuos en la carne y tengan un efecto positivo en sobre los índices productivos (Errecarde, 2004).

En la producción animal los ácidos orgánicos son usados generalmente para controlar la carga bacteriana del concentrado elaborado para el consumo animal, debido que pueden reducir y controlar el crecimiento de los patógenos bacterianos y mohos, dando a este un mejor rendimiento de los recursos alimentarios. Los ácidos orgánicos son un aditivo altamente viable económica para mejora del rendimiento animal, y siguen siendo una fuente como alternativa de promotores de crecimiento.

Por mucho tiempo se pensó que el modo de acción de los ácidos orgánicos era la disminución del pH del contenido del tracto gastrointestinal, pero la investigación ha demostrado que la forma de acción de los ácidos orgánicos en las bacterias es que estos no disociados (no ionizados) penetran en la pared celular bacteriana y alteran la fisiología normal de algunas bacterias “sensibles al pH”, es decir, que no toleran un gradiente de pH interno y externo, entre ellas se encuentran la *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Clostridium perfringens*, y *Campylobacter* sp., principales causante de problemas en el tracto digestivos en los cerdos (Gonzales et al., 2013). Los ácidos orgánicos no son antibióticos, al ser usados educadamente con medidas nutricionales, de manejo y de bioseguridad, pueden ser un arma poderosa para proteger la salud del tracto gastrointestinal de los cerdos, mejorando el rendimiento zootécnico (Quispe, 2013).

Los ácidos orgánicos pueden reducir la formación de amonio en el estómago, evitando la desaminación de los aminoácidos a este nivel, además, son componentes de fácil metabolización y de gran valor energético superior en general al de los granos. “Son productos intermedios del metabolismo animal, en muchos casos productos finales de la fermentación de los hidratos de carbono por los microorganismos” (Reyes, 2011, citado Quispe, p. 14, 2013).

Cuando se realizan pruebas in vitro para medir la capacidad antibacteriana de los ácidos, se realizan a un pH entre 3.0 – 3.5 al cual la mayoría de los ácidos orgánicos son eficaces en el manejo del crecimiento bacteriano. Lo anterior no refleja lo que sucede en el tracto gastrointestinal de los animales, pues se protege para evitar su disociación en la porción proximal del intestino (segmentos de pH superior) y llegar lejos en el tracto gastrointestinal, donde se encuentra la mayor parte de la población bacteriana. Por lo anterior, es más posible que los ácidos orgánicos puedan desempeñar un papel directo en la población bacteriana del intestino de los animales, comprimiendo la carga de algunas bacterias patógenas como *Clostridium sp.* y *Escherichia coli* que pueden afectar tanto el estado reproductivo, como el estado sanitario y productividad general tanto de las madres como el de los lechones y también, controlando así la población de ciertos tipos de bacterias que compiten por los nutrientes (Lee, 2005).

Características de los ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos reducen el pH de los alimentos y además regula los procesos fisiológicos de la digestión de los nutrientes en el tubo digestivo del ganado. Desde hace tiempo los ácidos orgánicos se utilizan en la alimentación animal para la conservación de los alimentos y su protección contra su deterioro buscando la conservación de estos. Además, los ácidos orgánicos actúan como conservante en alimentos y por sus propiedades antimicrobianas, inhiben el crecimiento de ciertos gérmenes.

“El ácido fórmico es positivo frente a bacterias patógenas como en la *Escherichia coli* o *Staphylococcus aureus* y en las levaduras como la *Candida albicans*, el ácido propiónico supera a otros hongos como el *Aspergillus flavus*, que puede producir aflatoxinas” (BASF S.A., 2015).

En la ilustración 1 se plasman algunos ácidos orgánicos e inorgánicos que se manejan en forma de sales de sodio, potasio y/o calcio. Relativo con los ácidos libres, las sales son inodoras y más fácil de manipular en el proceso de preparación de alimento concentrado para animales productores, esto como consecuencia de su forma sólida y menos etérea. Asimismo, son menos cáusticas. Las sales además tienen además una menor derivación negativa sobre el consumo de algunos ácidos cuando se emplean dosis elevadas.

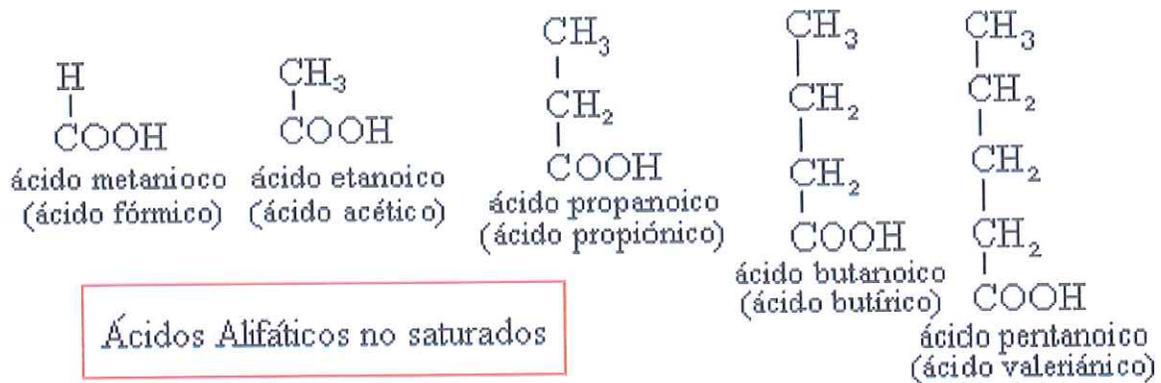


Ilustración 1. Algunos ácidos orgánicos alifáticos no saturados. Adaptado de (Gillespie et al, 1990).

La acción antimicrobiana de los ácidos orgánicos e inorgánicos se encuentra relacionada con la disminución del pH en el alimento. Además, su principal efecto se debe a la capacidad de su forma no disociada de difundirse libremente por la membrana celular de los microorganismos hacia su citoplasma, una vez en el interior de la célula el ácido se disocia alterando el equilibrio de pH, suprimiendo sistema enzimático y de transporte de nutrientes (Gonzales, 2014).

Según Gonzales (2014) la eficacia de la inhibición microbiana de un ácido depende de su valor pKa el cual es un valor que muestra qué tan fuerte o débil es un ácido y nos dice qué tan disociado estará el ácido a determinados rangos de pH. “Ácidos orgánicos con un elevado valor pKa son conservantes más efectivos, ya que, en el rango habitual de pH de las dietas, una proporción más alta se encuentra en forma no disociada” (p 3).

Ácido Fórmico

El ácido fórmico es un acidulante efectivo, pero también puede inhibir las descarboxilasas microbianas y enzimas tales como catalasas. En general, la actividad antimicrobiana del ácido fórmico es principalmente contra levaduras y algunas bacterias. El ácido fórmico se clasifica ahora en el grupo funcional mejoradores de la condición de higiene de las materias primas y alimentos balanceados. Esto significa que se puede usar como un agente descontaminante bacteriano para mejorar la higiene de los alimentos (Reglamento de ejecución UE, 2017).

Ácido láctico

Desde hace mucho tiempo se tiene indicado el uso de ácido láctico como conservantes la producción de concentrados para el destino animal se han realizado muchos estudios de sus propiedades de conservación y eliminación de hongos y bacterias (Errecaalde, 2004).

Ácido acético

El ácido acético, también llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanólico, es una sustancia que se adquiere en forma de ion acetato, la cual da al vinagre su característico olor y sabor. Dado que tiene un átomo de carbono en su fórmula química, es un compuesto orgánico. El vinagre funciona en la reducción del pH,

controlando hongos. Aunque es un ácido débil, su forma concentrada es corrosiva y puede dañar la piel (Gonzales, 2014).

Camino et al., (2004) menciona que existe ventajas en el uso de sustancias acidificantes tales como el ácido acético en sustitución de los antibióticos. Se menciona que se genera un control eficaz de los microorganismos enteropatógenos al aumentar la secreción de sustancias bacteriostáticas. El ácido acético en la dieta de cerdos en crecimiento desarrolla la eficiencia de la digestión de los alimentos, así como se reduce el contenido de *Escherichia coli* en el intestino. El uso de sustancias acidificantes puede constituir una de la posible alternativa para tener en cuenta al sustituir el empleo de los antibióticos por sus propiedades bacteriostáticas (Camino et al., 2004).

Ácidos orgánicos para mejorar el rendimiento en las dietas de cerdo

La porcicultura actualmente tiene grandes retos ante desafíos de bacterias y virus cada vez más resistente a los tratamientos veterinarios lo que hace difícil usar antibióticos para contrarrestar las enfermedades que se nos presentan, actualmente se busca disminuir el uso indiscriminado de antibióticos como promotores de crecimiento en la producción animal, para esto necesitamos combinar proceso interdisciplinario de alimentación, uso de biológicos, manejo de la explotación porcina y salud de los cerdos. Desde la prohibición del uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la comunidad económica europea, se ha investigado mucho este tema de los ácidos orgánicos para mejorar la

ganancia de los animales con buenos resultados para ellos. Hoy los ácidos orgánicos se manejan a nivel mundial en la nutrición animal para “el control microbiano y la mejora de la salud intestinal, aumentar el peso corporal, mejorar el índice de conversión, reducir la proliferación de patógenos y el nivel intestinal aumentando la salud del animal en todos sus aspectos” (Mesonero, 2017).

Mesonero (2017) menciona que los ácidos orgánicos apoyan la salud animal desde el alimento, acidificando el agua, optimizando la barrera natural del intestino contra las bacterias y mejorando el microbiota intestinal evitando problemas gastro intestinales que puedan bajar los rendimientos zootécnicos productivos (Mesonero, 2017).

Ácidos Orgánicos en la Regulación del Ecosistema Intestinal

El tracto digestivo de los animales se encuentra estéril hasta su nacimiento y al momento del parto comienza la colonización de este formando un microbiota muy variada compuesta por cientos de microorganismos diferentes. El proceso es complejo y depende de diferentes factores dependiendo de la especie animal, la edad, la dieta, el método de nacimiento o el ambiente (Roca, 2008).

Las sustancias acidificantes, son utilizadas “para mantener un buen balance de la microflora del tracto gastrointestinal y eliminar los microorganismos patógenos endógenos y de esta manera se posibilita una reducción de los disturbios gastroentéricos comunes en los animales” (Roca, 2008).

Los ácidos orgánicos y efecto antimicrobiano

Anangono (2014) menciona que los ácidos orgánicos ejercen dos tipos distintos de efectos antimicrobianos, debido a la acidez por sí solos o por una disminución del pH extracelular, el otro mecanismo es su efecto antimicrobiano específico debido a la formación no disociada que atraviesa membrana celular causando una disminución del pH intracelular.

Las bacterias poseen un pH de crecimiento óptimo y un intervalo de pH fuera del cual les resulta improbable incrementarse, refiriéndose al pH del medio o extracelular, ya que el pH intracelular tiene que estar cerca de la neutralidad para su desarrollo idóneo, incluso para los organismos que crecen mejor a pH ácidos (acidófilos) (Anangono, 2014).

Los ácidos orgánicos y su función en el organismo

Al utilizar acidificantes en los alimentos balanceados esto ejerce efectos beneficiosos a niveles del tracto gastrointestinal de los cerdos:

El estómago: A temprana edad el tubo digestivo es incapaz de segregar suficiente cantidad de ácido clorhídrico que garantice la adecuada digestión de la proteína, el paso de la proteína al intestino sin digerir supone un campo ideal para el desarrollo de microorganismos patógenos. Por medio de la acidificación se

incrementa el estímulo que facilita la correcta digestión. “La inclusión de acidificantes en el alimento balanceado permite una disminución directa del pH gástrico favoreciendo la desnaturalización de las proteínas presentes en la dieta provocando una mejora en la digestibilidad” (Guevara, 2004).

El intestino: una mayor acidificación en el intestino provoca una secreción abundante de bicarbonato y enzimas digestivas, lo que favorecerá la digestión de los alimentos ingeridos, una insuficiente acidez ayudará a la proliferación de potenciales patógenos, en estos casos se producirán frecuentes diarreas (Guevara, 2004).

Los ácidos orgánicos, los aceites esenciales y los extractos de plantas ejercen efectos antioxidantes, antimicrobianos y son promotores en el crecimiento en los cerdos, acciones asociadas a un mayor consumo de alimento, debido a una palatabilidad mejorada de la dieta. Por otro lado, los resultados disponibles no apoyan una mejora específica de la palatabilidad, no se puede descartar la eficacia antioxidante en ciertos fitobióticos en la protección de la calidad del alimento, así como de productos derivados de los animales alimentados con dichas sustancias.

En paralelo con los aditivos alimentarios antimicrobianos y los ácidos orgánicos, los fitobióticos manipulados en la práctica parecen modular las variables gastrointestinales relevantes, como el recuento de colonias microbianas, los productos de fermentación, la digestibilidad de nutrientes, la morfología de los tejidos intestinales y ciertas reacciones del sistema linfático asociado al intestino.

Algunas reflexiones denotan apoyar las mejoras de la actividad enzimática digestiva y la capacidad de absorción, a través de los fitobióticos.

Por lo anterior, existe aún el inquietante de un enfoque sistemático para revelar la eficacia y modo de acción para cada tipo y dosis de compuesto activo y las posibles interacciones con otros ingredientes del alimento. No obstante, la experiencia actual en la alimentación de los cerdos con dichos compuestos parece justificar su uso al promover el crecimiento, mejorar la respuesta inmune, disminuir los microorganismos patógenos y a promover la actividad antioxidante.

II. MARCO METODOLÓGICO

Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la explotación porcina Ganadería Diamantes, S. A., ubicada 4 kilómetros al sur de arrocera el Jardín, Barrio Jesús de Abangares, Guanacaste, Costa Rica, coordenadas geográficas latitud $10^{\circ} 30' 12''$ longitud $85^{\circ} 01' 59''$, con una temperatura mínima de 22.7° centígrados y una máxima de 34.8° centígrados, precipitación 2039.6 anual, una humedad mínima de 40% y máxima del 80% y una altitud de 140 m.s.n.m.



Ilustración 2. Instalaciones Ganadería Diamante (Google Earth 2017).

Parámetros productivos

La explotación ganadería diamante data de sus inicio en los año 1990, como una actividad artesanal, con el pasar de los años fue creciendo gracias a su visión de convertirse en una granja modelo, entre los puntos alto de la explotación es que actualmente cuenta con su software Pig Champ uno de los programas porcinos más utilizados a nivel mundial, con una base de datos muy importante de los últimos de datos diez años que le ha llevado a tomar las mejores decisiones en beneficio de la actividad porcina, por otro punto cuenta con la alimentación automática en todos los ciclos, la separación de los sitio uno, dos y tres con sus respectivas distancias, cuenta con su propia fábrica de alimento siendo importadores de maíz y soya, además cuenta con la líneas genéticas topigs donde posen las abuelas y abuelos para obtener la hembra F1 como reproductora además de la línea terminal Choise EBX la operación cuenta con tecnificación necesaria para ser considerada una granja de alto estándares de calidad.

Ganadería Diamantes es una granja de cerdos de ciclo completo, con un flujo continuo, cuenta con 1260 vientres activos donde se sirven semanalmente 65 a 63 cerdas, con una fertilidad de 87%, donde se presenta 56 a 53 partos semanales, con un promedio de nacido totales de 12.5 cerdos nacidos vivos 11.5 lechones por cerda, con peso promedio de 1.540 kg, la mortalidad de pre destete promedio de 7.1%, con un periodo de lactancia de 26.1 días y un peso promedio de destete de 7.16 kg. Con una tasa de reemplazo anual del 50%. El intervalo entre partos de 150 días, con ciclo productivo de 2.44.

Duración de la investigación

El trabajo de campo tuvo una duración de 180 días en el período entre enero a junio 2018.

Manejo de los animales

Se seleccionaron 42 hembras del hato reproductor escogiéndolas de la línea comercial Topigs® 40, entre los partos uno y séptimo partos, se verifico que fuera el mismo semen en la línea terminal para cada cerda, con igualdad de partos en cada grupo, es el mismo operario en la inseminación este detalle selecciono igualmente que sea para los dos grupos, el semen utilizado es a la misma concentración, la técnica de inseminación es pos cervical profunda, y se clasificaron en tres grupos de 14 hembras. Cada grupo fue evaluado en diferente estancia del tiempo durante el período de estudio.

En la etapa de gestación las cerdas se alojaron en jaulas metálicas, de dimensiones de 2 m de largo por 0,55 m de ancho y 1 m de alto. El piso cuenta con un desnivel del 1% hecho en su totalidad en concreto y un canal cubierto por unas estibas plásticas, provistas de angostas ranuras que permiten el flujo de la orina y cierta cantidad de heces, para recoger la orina y la materia fecal de cada cerda y enviar al canal de desagüe. En la parte anterior de cada módulo de jaulas se encuentra adjunta la tubería de los bebederos individual para cada jaula que suministran 2 litros por minuto aproximadamente de agua potable y los comederos

automáticos que se encuentran en la parte superior donde la alimentación cae en piso en la parte delantera de cada jaula. Podemos observar en la imagen del diseño en el anexo 1.

Antes de ser trasladada la cerda a maternidad se procedió a realizar la medición de grasa dorsal en las cerdas, se ingresaron a maternidad bajo el protocolo de desinfección de la granja (Lavado con jabón, cepillado de la cerda, aplicación de desinfectante). En la ilustración del anexo 2.

Al momento del parto todas las cerdas recibieron la debida atención de un empleado, se dejó que el lechón se le desprenda por si solo cordón umbilical, luego de esto se le aplicó un talco secador para evitar pérdida de calor y se procedió a hacer el pesaje antes de ponerlos a mamar calostro.

Las cerdas después del parto se le tomo la temperatura rectal durante tres días con el fin de evitar alguna infección posparto. En el anexo 3 se aprecian algunos de los manejos antes descritos.

En la etapa de lactancia las camadas fueron homogenizadas de acuerdo con el número lechones por parto no se mezclaron cerdos de cerdas primerizas con cerdas multíparas además los cerdos de cada tratamiento son independientes a cada grupo. En la etapa de lactación las cerdas estuvieron alojadas en paridera metálicas, de 2,20 m de largo, 0,6 m de ancho, 1,1 m de alto y 0,60 m de espacio libre donde se ubican los lechones. Cada jaula tiene una lámpara como fuente de

calor en la parte trasera y tapete de cartón en piso para guardar una temperatura confort que le sea agradable al cerdo, con el objetivo de suministrar la temperatura adecuada a los lechones, alrededor de los 32° C. Entre cada jaula se encuentran divisiones metálicas fijas. Sobre el piso de las jaulas se ubican estibas plásticas, provistas de angostas ranuras que permiten el flujo de la orina y cierta cantidad de heces a los canales de desagüe ubicadas en la parte posterior de cada jaula. Los comederos están elaborados en acero inoxidable y ubicados en la parte frontal de la jaula al lado del comedero se encuentra el bebedero tipo chupón que provee aproximadamente 2 litros por minuto. El Anexo 4 se aprecia el diseño de la jaula.

Los lechones durante su estancia en la maternidad reciben la menor cantidad de manejo posible (no se le realizaron muescas en las orejas, los ombligos no se ligaron, no hubo descolmillado). Sin embargo, al tercer día fueron castrados y se les aplicó una dosis de hierro y coccidiostato al día 21 de vida fueron vacunados contra micoplasma y circovirus, además se llevaron registro de la incidencia de diarreas en cada camada. El destete se realizó entre el día 26 y 28 de edad.

Después de tres semanas del parto las cerdas se prepararon para la próxima gestación por medio de la vacunación en prevención de parvovirus porcino adicionada con una bacteria contra la erisipela y leptospirosis. Una vez realizado el destete, a las cerdas se les realizó un programa de alimentación tipo *flushing* y fueron inseminadas mediante la técnica pos cervical intrauterina profunda usando un semen del mismo verraco en cada cerda, de los dos grupos en estudio en una concentración espermática de tres mil quinientos millones por botella. 28 días

después de la inseminación se verificó la preñez, mediante ecografía donde se observan los embriones en sus vesículas. En el anexo 5 se puede observar imágenes de la detección de preñez.

Alimentación

En la alimentación de las cerdas en cada una de las etapas consistió en el programa suministrado por la empresa a su hato reproductor, cuya dieta se referencia la descripción en el Cuadro 1. Las cantidades de alimento suministradas en cada etapa se indican en el cuadro 2.

Cuadro 1. Composición nutricional de las dietas básicas de la finca.

Análisis	Gestación	Lactancia
<i>Composición Nutricional (%)</i>		
Humedad	12.9	12.3
Proteína Cruda	12	18.4
Extracto Etéreo	3.3	5.1
Energía Metabolizable	3100	3600
Cenizas	5.3	5.2
Fibra	3.7	3.2
Fosforo Total	0.6	0.58
Calcio	0.85	0.7
<i>Ingredientes (Kg/Ton)</i>		
Maíz Amarillo	660.6	580.7
Proteína de Soya	69	258
Salvadillo de Trigo	230	100
Aceite Vegetal	0	24
Bicarbonato de Sodio	1.5	1.5
Sal	5.5	4.5
Fosfato 21/18	5.1	6.3
Mycofix Plus	1.5	1.5
Mildbond Tx	0	0
Carbonato De Calcio	15.3	9.4
Diamond V	1.5	1.5

L-Lisina 99%	0	1.3
Metionina DI 99%	0	0.5
L-Treonina 98.5%	0	0.8
Px Gest Perf Xp Plus	10	0
Px Lact Perf Xp Plus	0	10

Fuente: Laboratorio VYMISA

Cuadro 2. Programa de alimentación por cada una de las fases.

Fase	Descripción
Preparto	3 kg diarios del día 113 hasta el parto.
Lactancia	1 a 5 kg del día 1 al 4 día, a partir del 5 luego a libre consumo.
Gestación	2.3 kg diarios del día 1 al 28.

Cuadro 3. Composición y características del Genex Pig®.

Ingredientes	
Ácido propiónico	3%
Ácido fórmico y formiato amónico	16%
Aceite esenciales y extractos de plantas	3%
Vehículo	78% (Filosilicato)
pH	4.5
Acción principal	Bacterias Gram + y -, hongos

Se investigó el efecto del producto de nombre comercial Genex Pig® el cual es una combinación de ácidos orgánicos y aceites esenciales naturales y extractos de plantas específicos. Para realizar dicha evaluación se mezclaron 2 kg de Genex Pig®, por tonelada de alimento de gestación preparto y lactancia, en la planta de alimentos de Ganadería Diamante bajo los procedimientos y estándares de calidad de dicha explotación.

Método para calcular la ganancia diaria

A continuación, se expresa la fórmula para calcular la ganancia diaria de los lechones en la etapa de lactancia.

$$GND = (PF - PI) / DE$$

Donde:

GND: Ganancia diaria

PF: Peso final de la etapa

PI: Peso inicial de la etapa

DE: Días en etapa.

Diseño del experimento

Se usó un diseño bloques completos al azar, usando el número de partos como factor de bloque. Dentro de cada bloque se ubicaron los dos tratamientos: Testigo (T₀, alimentación de acuerdo con el programa de la granja) y Suplementado (T₁ alimentación de acuerdo con el programa de la granja con inclusión de suplementos de ácidos orgánicos, aceites esenciales y extractos de plantas a razón de dos kg/ton de alimento de gestación y lactancia). El análisis completo se corrió por triplicado en diferentes períodos del tiempo.

La alimentación de la cerda se da de la siguiente forma, se le suministra el alimento de gestación con Genex Pig® a una inclusión de 2 kg/ton a partir del día 77 de gestación, en esta etapa de parto el consumo es de 2 kg por cerda hasta

el día 112 gestación, tres días antes del parto el consumo disminuye hasta llegar al día del parto con cero alimento.

Después del parto la cerda se alimenta con alimento para lactancia con la inclusión del aditivo Genex Pig® a la inclusión de dos kg/ton es suministrada a las marranas a libre consumo para lograr 5.7 kg de alimento de lactancia en el ciclo de lactancia hasta el destete.

Los días abiertos de la cerda es alimentada con lactancia Genex Pig® a una inclusión de dos kg/ton en este periodo se obtiene un consumo de la cerda de 3 kg por cerdas hasta el día de la inseminación, después de este servicio terminan los días abiertos se inicia el periodo de gestación, además también realizando el cambiado a alimentación a gestación con Genex Pig® a una inclusión de 2 kg/ton hasta el día 28 de gestación que es la evaluación de la preñez con la ecografía.

Variables evaluadas

1. Peso promedio al nacimiento: Peso total de los lechones vivos al nacimiento entre los cerdos nacidos vivos. Y el objetivo es de 1.5 kg por lechón.
2. Peso promedio al destete: Indicador productivo de la hembra de cría. Se valora la alimentación y el nivel de suplementación de la mima en su etapa de lactancia. Se debe tener en cuenta que entre mayor sea el peso al destete, mayor será el retorno de la inversión, ya que los animales llegarán a su peso comercial en menor tiempo.

3. Mortalidad predestete: Porcentaje de lechones nacidos vivos que mueren antes del destete. El valor de referencia de la granja es del 7 a 8%.
4. Ganancia diaria del lechón: Se obtiene del peso al destete restando el peso al nacimiento dividido entre los días en lactancia. El valor de referencia en la explotación es 200 a 210 gramos por lechón.
5. Edad al destete: Número de días desde el parto al destete tomando como día 0 el día del parto.
6. Lechones destetados: Número de lechones destetados por cerda al final del periodo de lactancia. El valor de referencia es de 10 a 11 lechones por cerda.
7. Consumo maternidad: Cantidad de alimento suministrado a la cerda en la etapa de lactancia.
8. Rechazo de alimento en maternidad: Cantidad del alimento suministrado no consumido por la cerda es importante este valor debido a su impacto económico en la explotación.
9. Peso y profundidad de la grasa dorsal a la cerda edad de 112 días de gestación y al final de la lactancia, indicadores de pérdida y condición corporal de la cerda en la lactancia.
10. Duración de la gestación.
11. Tasa de preñez a los 28 días post inseminación.

Análisis estadístico

Las variables medidas en las cerdas directamente (peso inicial, diferencia de peso, grasa dorsal inicial, diferencia grasa dorsal, duración de la gestación, nacidos

totales, nacidos vivos, nacidos muertos, momias, muertos en lactancia, lechones destetados, días abiertos, consumo y rechazo de alimento durante la lactancia) se analizaron según el siguiente modelo de efectos fijos:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + P_k + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} es la observación de la l -ésima cerda, en el parto k -ésimo, en el bloque j -ésimo que recibió el tratamiento i -ésimo.
- μ es la media general
- T_i es el efecto del tratamiento i -ésimo ($i = \text{Control, Tratamiento}$)
- B_j es el efecto del bloque j -ésimo ($j = 1, 2, 3$)
- P_k es el efecto del parto k -ésimo ($k = 1, 2, 3, \dots, 7$)

En todos los casos se usó un análisis de varianza lineal para evaluar las hipótesis, exceptuando las variables de conteo (nacidos totales, nacidos vivos, nacidos muertos, momias, muertos en lactancia, lechones destetados) en las cuales se usó un modelo lineal generalizado Poisson con función de enlace logaritmo.

Para las variables medidas en los lechones (peso al nacimiento y peso al destete) se plantea un modelo jerárquico, incluyendo las mediciones de cada lechón como medidas anidadas en las cerdas. El modelo usado tiene siguiente expresión matemática:

$$Y_{(ijk)lm} = \mu + T_i + B_j + P_k + c_{(ijk)l} + \epsilon_{(ijk)lm}$$

- $Y_{(ijkl)m}$ es la observación del m -ésimo lechón anidado en la l -ésima cerda, en el parto k -ésimo, en el bloque j -ésimo y que recibió el tratamiento i -ésimo.

- μ es la media general
- T_i es el efecto fijo del tratamiento i -ésimo ($i = \{\text{Control, Tratamiento}\}$)
- B_j es el efecto fijo del bloque j -ésimo ($j = 1,2,3$)
- P_k es el efecto fijo del parto k -ésimo ($k = 1,2,3,\dots,7$)
- $c_{(ijk)l}$ es el efecto aleatorio de la cerda l -ésima, anidada en los niveles de los factores fijos.
- $\epsilon_{(ijk)lm}$ es el error aleatorio asociado a la observación de la variable Y en el lechón m -ésimo, de la cerda l -ésima, anidada en los factores fijos.

Se usó un modelo de efectos mixtos lineales para correr el anterior modelo, usando una estructura de covarianzas de simetría compuesta.

Respecto a la variable tasa de preñez a los 28 días, se compararon las frecuencias del grupo tratado y el grupo control mediante una prueba exacta de Fisher, ya que hubo poca frecuencia de hembras no preñadas en el parto subsiguiente.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas en las medias evaluadas de las variables que se estudiaron al adicionar Genex Pig® (ácidos orgánicos, aceites esenciales y extractos de plantas) en la dieta preparto, lactancia y gestación

utilizadas en la granja Ganadería Diamante que se encuentra en un clima trópico seco. Resulta muy difícil hacer generalizaciones acerca de los resultados, porque los efectos pueden variar al tipo de ácido que se aplica, la especie y la edad del animal (Le Treut, 2006).

Cuadro 4. Medias, errores estándares y valores-p para la comparación de los tratamientos evaluados para las cerdas de la raza Topigs® tratado con Genex Pig® y el grupo control.

	Control		Tratado		p-value		
	Media	EE	Media	EE	Trat.	Bloque	Parto
Peso Entrada (kg)	274.0	3.13	271.2	3.13	0.5272	0.0022	<0.0001
Diferencia Peso (kg)	35.6	2.77	34.6	2.77	0.7850	0.7994	0.1346
Grasa Entrada Dorsal	18.2	0.80	18.3	0.80	0.9065	0.1301	0.3083
Diferencia Grasa Dorsal	2.6	0.22	2.2	0.21	0.2320	0.9536	0.0884
Duración de la gestación	114.7	0.34	114.5	0.34	0.6214	0.2804	0.2868
Nacidos Totales	11.6	0.74	13.7	0.81	0.0558	0.7367	0.2826
Nacidos Vivos	10.8	0.72	12.1	0.76	0.2011	0.9048	0.3999
Nacidos Muertos	0.6	0.17	0.8	0.20	0.4645	0.7472	0.0796
Momias	0.3	0.13	0.8	0.19	0.0572	0.1706	0.3360
Muertos en Lactancia	0.8	0.20	0.6	0.16	0.3520	0.7816	0.8804
Adopciones	1.0	0.72	-0.2	0.72	0.2299	0.4221	0.7959
Lechones Destetados	10.8	0.72	10.9	0.72	0.9254	0.9238	0.9897
Días Abiertos	4.9	0.32	4.2	0.26	0.1021	0.1833	0.2633
Consumo Lactancia	5.7	0.09	5.7	0.09	0.9982	0.1412	0.4233
Rechazo Lactancia	0.9	0.04	0.9	0.04	0.7295	0.0000	0.2386

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

La variable de lechones nacidos vivos por cerda está íntimamente relacionada con la cantidad de cerdos que se evaluaron en la etapa de lactancia de 0 a 24 días. Esta variable no se vio influenciada por la suplementación con la premezcla de aceites esenciales y ácidos orgánicos en las cerdas tratadas en las cuales se les adiciono el producto a partir del 77 de gestación. Esto se debe probablemente a que “los óvulos fertilizados descienden por el aparato femenino donde son protegido en el medio ambiente uterino, empiezan a transformarse en embriones, alrededor del 25 día de gestación, se habrán implantado en la pared receptora del útero” (Whittmore, 1988, citado en Córdova et al, 2005).

No obstante, esta variable presenta una diferencia observada entre el grupo control y el grupo tratado de 1.33 lechones vivos por cerda, en el escenario de la vida real puede verse como una cantidad de lechones de importancia al ser analizado estadísticamente no lo es.

Al realizar un análisis de potencia con el fin de determinar el tamaño muestral para descubrir el efecto, de un determinado tamaño muestral con un cierto grado de confianza, se determinó que se necesitaría una muestra de al menos 255 cerdas para tener un 80% de probabilidad de detectar una diferencia significativa de ese tamaño, con datos como los obtenidos por otra parte, la (figura 1) muestra que, si bien el grupo tratado aparenta tener menor dispersión, existen dos puntos extremos que influyen en la estimación de su promedio.

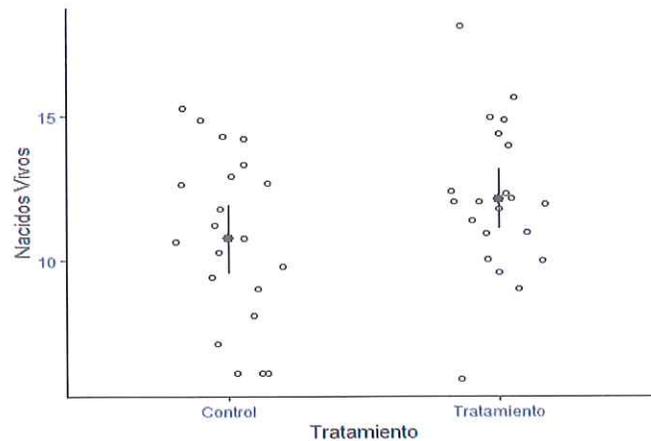


Figura 1. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de lechones nacidos vivos, Abangares, Guanacaste, 2019.

Los promedios de nacidos muertos del grupo de control y del grupo testigo los datos son muy similares, con $p = 0.4645$ por lo que estadísticamente no muestra diferencia significativa como para justificar el uso de producto a base de aceites esenciales y ácidos orgánicos en la dieta de gestación preparto. Especificando el análisis productivo de las cantidades de cerdos muertos en promedio por parto en cada grupo tratamiento es de 0.8 y en el grupo control es de 0.6 cerdos muertos por parto.

Los procesos de atención del parto son iguales para ambos grupos siendo este no factor que interviniera en la obtención de resultados analizados.

(Figura 2). La información anterior está dentro de los valores normales que tiene la granja que históricamente ha tenido un promedio de lechones muertos entre 0.5 a 0.8 (Anexo 6).

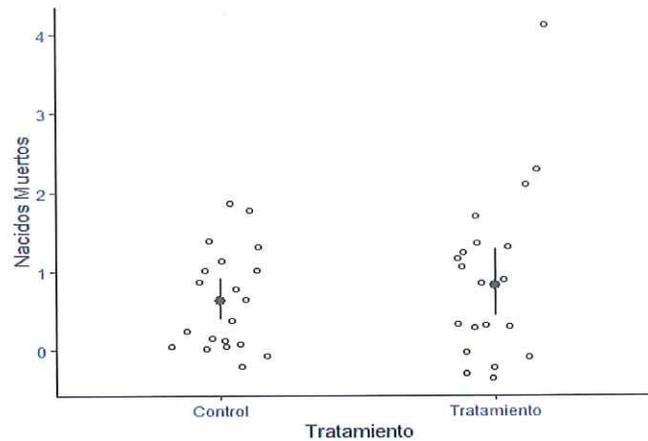


Figura 2. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de lechones nacidos muertos, Abangares, Guanacaste, 2019.

Como indica Troillet (2005), “el hacinamiento del útero no afecta la supervivencia los primeros 30 días de gestación, aunque después de este tiempo la supervivencia fetal se afecta considerablemente”. La inclusión de Genex Pig® al grupo tratado tuvo la intención de demostrar que el producto actúa sobre la supervivencia del feto a nivel uterino, pero según Troillet (2005) que cita a diferentes autores, “la mortalidad fetal precoz, tardía y total aumenta con la media del potencial embrionario en cada cuerno uterino” y es influenciada por el genotipo de la cerda. Esto explicaría en parte, porqué el producto utilizado no tuvo el efecto esperado en la disminución del número de nacidos muertos.

La variable de los lechones nacidos momificados o (momias) es similar para los dos grupos no presenta diferencia significativa, igualmente tampoco muestra un efecto en el aspecto productivo. Dicha variable es totalmente un aspecto sanitario, como menciona Done (2005), los porcicultores esperarán explicar los problemas reproductivos culpando a las enfermedades infecciosas, el inconveniente radica en la combinación de manejos con problemas sanitarios, existen unas siete enfermedades patógenas reconocidas y relacionadas con este inconveniente. La mayoría de éstas pueden inducir un problema agudo mientras que en muchos casos la complicación es periódica y ha permanecido durante mucho tiempo sin ser detectadas en las granjas, las enfermedades son las siguientes.

- Pestes porcinas (PPA y PPC)
- Virus de la enfermedad de Aujeszky
- Brucelosis (B. suis)
- Leptospirosis
- PRRS
- Parvovirus porcino
- SMEDI"

El porcentaje de mortalidad predestete se obtiene de los parámetros reproductivos que genera el software Pig Champ disponible en el Anexo 7, el porcentaje de mortalidad predestete de la explotación para el periodo 2017 es de un 7% a 8% es el indicativo para el año 2018. El (cuadro 4) muestra que el grupo

control tiene una cantidad de muertos en lactancia de 0.8 versus 0.6 en el grupo tratado ($p = 0.35$). Esto en comparación con el número de nacidos vivos (10.8 y 12.1, respectivamente) señala que el porcentaje de mortalidad de los lechones en maternidad es de 7.4 y 6.78% para el grupo control y tratado, respectivamente. Dichas tasas de mortalidad están bajo los estándares de la empresa indicando que el efecto del aditivo es nulo sin mostrar que la madre pueda transmitir un efecto positivo a los lechones (Figura 3).

Khajareru y Khajareru (2016), tampoco encontraron diferencia significativa en la mortalidad predestete al suplementar con aceite de orégano en la dieta de las cerdas. En dicho estudio se encontró una ventaja numérica de 0.91 puntos porcentuales a favor del grupo tratado, similar a lo encontrado en el estudio realizado en Ganadería Diamante, donde el grupo tratado presentó 0.64 puntos porcentuales menos en la tasa de mortalidad en lactancia. Esto podría ser indicativo de que, al menos en condiciones típicas de producción, la mortalidad de los lechones no se ve afectada por la suplementación de la dieta de las madres con ácidos orgánicos y aceites esenciales.

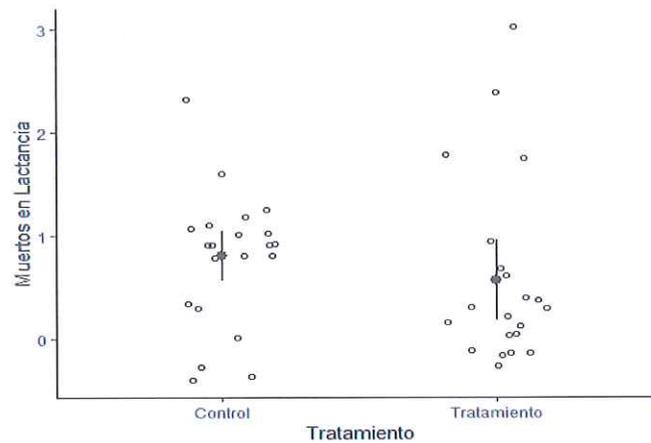


Figura 3. Media, intervalo de 95% de confianza y dispersión observada para la variable lechones muertos en lactancia, Abangares, Guanacaste, 2019.

La variable de los lechones destetados por cerda está ligada con la anteriormente mencionada, se le resta la cantidad de cerdos nacidos vivos que se le dejan a las cerdas después de realizar las adiciones de lechones en el momento del parto o cero de vida. Dicha variable es importante debido a que este es la valoración de la capacidad de las cerdas lactantes de producir más cerdos destetados gracias al efecto del aditivo Genex Pig® integrado a la dieta. Se determinó que no hubo diferencia estadística significativa. Además, la diferencia de 0.1 lechón destetado más en el grupo tratado que en el control tiene un impacto económicamente insignificante (Figura 4).

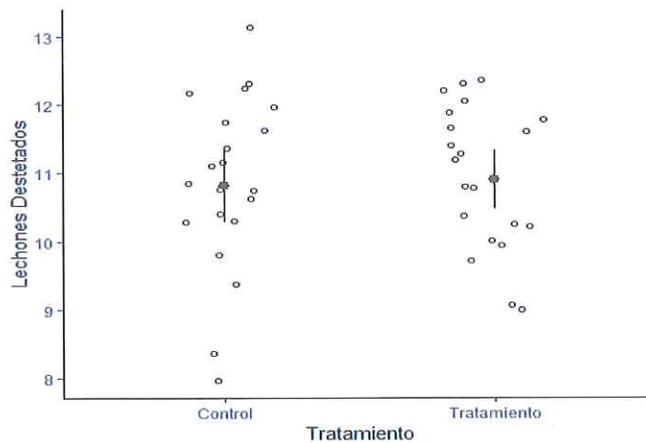


Figura 4. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de lechones destetados, Abangares, Guanacaste, 2019.

Moncada (2013) hace referencia sobre los efectos positivos de la adición de ácidos orgánicos o de sus sales en los rendimientos de lechones los cuales han sido demostrados. El objetivo de la acidificación de la dieta es reducir el pH y la capacidad tampón del alimento balanceado con el objetivo de aumentar la proteólisis gástrica y reducir el crecimiento bacteriano intestinal y sus metabolitos, de manera que se potencialice el crecimiento de los animales. Se aduce que estos aditivos “estimulan la fermentación cecal resultando en un incremento de la producción de ácidos grasos volátiles que podrían contribuir hasta con el 30% de los requerimientos energéticos de la marrana, lo que trae como resultado una mayor disponibilidad de nutrientes y un mejor desempeño del animal” citado por Pichilingue, (1994); sin embargo, este efecto no pudo ser observado en el estudio de Delgado et al. (2006) en el presente estudio no muestra ningún efecto positivo.

Tanto el consumo de alimento ni el rechazo mostraron diferencias estadísticamente significativas (Figura 5). El aspecto correspondiente al rechazo del alimento de lactancia ofrecido en cada grupo, en esta etapa de lactación las cerdas fueron estimuladas para tener un mayor consumo de alimento posible. En promedio, cada cerda consumió 5.7 kg de alimento de lactancia por día, rechazando aproximadamente 0.9 kg de alimento por día.

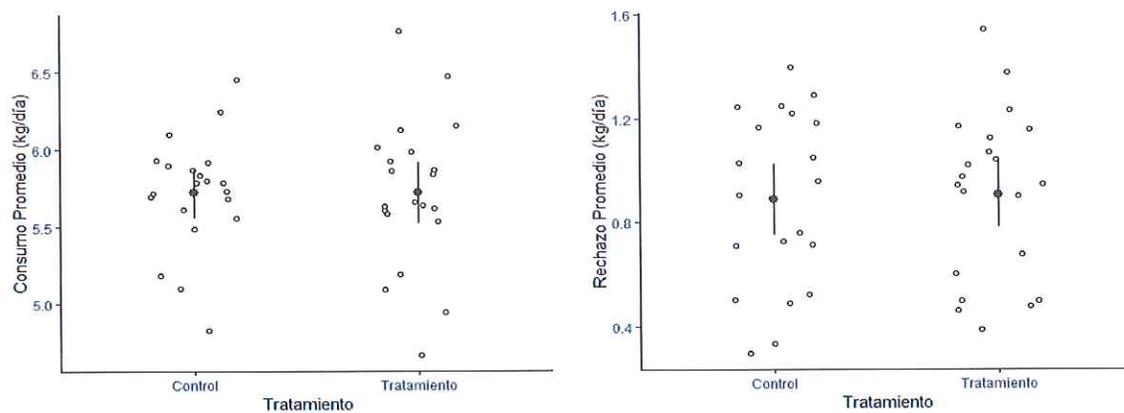


Figura 5. Promedio, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para consumo de alimento las cerdas (izquierda) y rechazo promedio diario de alimento (derecha), Abangares, Guanacaste, 2019.

No hay diferencia estadística en la pérdida de peso de las cerdas en etapa de lactancia. El valor de p del tratamiento es de 0.7850 (Figura 6). Estos resultados coinciden con los encontrados por Delgado et al. (2006) quienes utilizan dos productos comerciales (Tetracid: compuesto por ácido fosfórico 10%, fumárico 20%; cítrico 10% y málico 10% dentro de un revestimiento de ácidos grasos 50% y El

ACID-V compuesto por ácido cítrico 1.5%, ácido fumárico 1.5% y ácido ortofosfórico 53.0%) para comparar el comportamiento productivo de las cerdas en este estudio antes y después del parto y al destete fue de 251.0 kg y 236.0 kg, respectivamente, dando una merma de 15.0 kg de peso corporal por cerda, sin diferencia estadística entre los tratamientos.

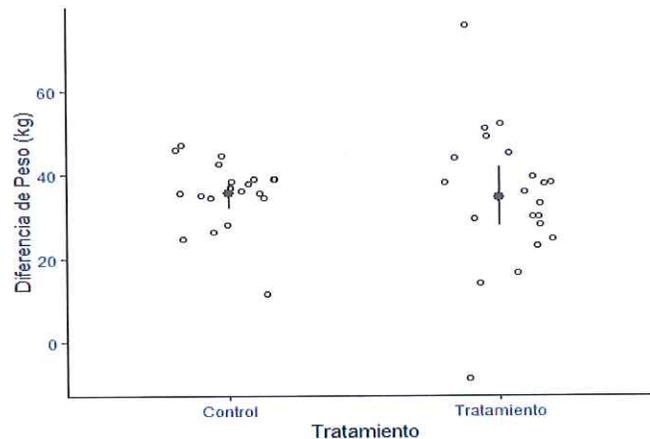


Figura 6. Media, Intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de pérdida de peso de cerda en lactancia, Abangares, Guanacaste, 2019.

Las cerdas del grupo tratado perdieron 0.4 milímetros más de grasa dorsal, aunque dicho impacto no es estadísticamente significativo ($p > 0.05$, figura 7). La grasa dorsal es un parámetro utilizado en la porcicultura para explicar la condición corporal con la que cuenta un animal, tiene diferentes medidas óptimas de acuerdo en la etapa en la que se encuentre un animal. El esperado es que una cerda se encuentre entre 20 a 21 mm de grasa dorsal al momento del parto, para que durante el periodo de lactancia la pérdida no sea mayor a 4 mm según (Le Treut., 2006). Invertir las pérdidas energéticas después de una pérdida de tejido graso por la

lactación como cuando la cerda en lactación no dispone de la cantidad necesaria de aminoácidos esenciales los moviliza de la masa muscular y puede perder hasta 15 mm de espesor de músculo dorsal, que deben reconstituirse lo antes posible si no se quiere tener problemas posteriores, sobre todo, la recuperación de la masa muscular tras una situación de déficit proteico (Figura 7).

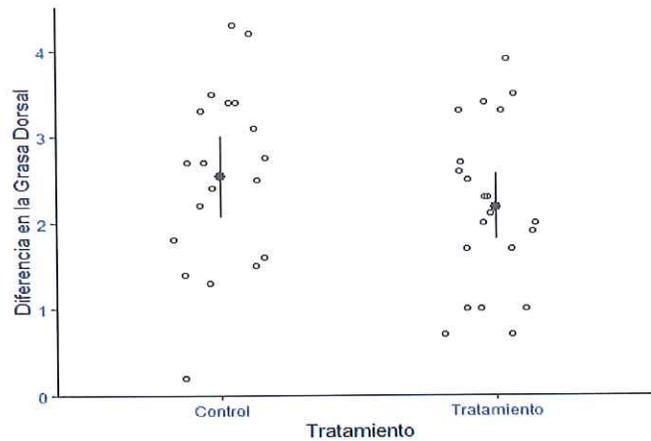


Figura 7. Media, Intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de Perdida de grasa dorsal, Abangares, Guanacaste, 2019.

El parámetro de los días abiertos que se interpreta como el periodo que la cerda deja su ciclo de lactancia para entrar en otro periodo de gestación, es también analizado como días improductivos dentro de la explotación porcina. No hubo diferencias estadísticamente significativas para dicha variable (Figura 8). (Moncada, 2013) menciona que el objetivo de ácidos orgánicos es la reducción del pH con el objeto de mejorar la digestibilidad de las proteínas y disminuir el crecimiento bacteriano a nivel intestinal y sus metabolitos que pueden causar desordenes digestivos, para así aumentar el aprovechamiento de los alimentos. Además, podría

estar relacionado con que las cerdas del grupo tratado hayan tenido un promedio más bajo de días abiertos (aunque sin diferencias significativas con el otro grupo).

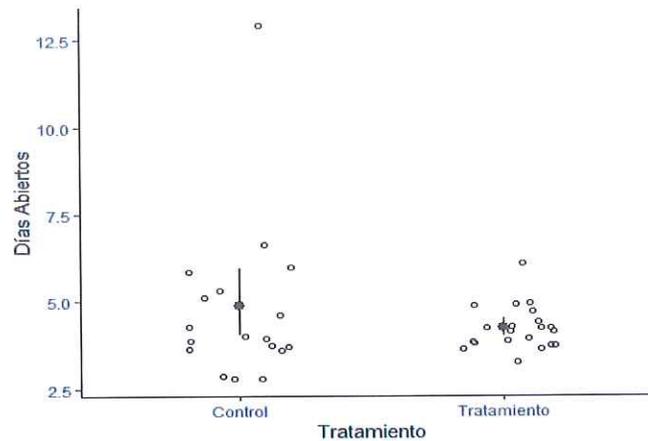


Figura 8. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable de días abiertos Abangares, Guanacaste, 2019.

Analizando el resultado estadístico de las cerdas a las que se les realizó el examen de concepción, a los 28 días, con ultrasonido para confirmar su estado de gestación, se obtiene un valor de p de 0.9999, indicando no hay diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 5). Esto concuerda lo obtenido por (Hernández, 2008) que no éxito diferencia estadística al agregar fitobióticos en la dieta de lactancia.

Cuadro 5. Numero de hembras preñadas, tasa de preñez, intervalo de confianza y valor-p de la prueba exacta de Fisher para la comparación de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Preñadas	N	Preñez (%)	Intervalo 95% Confianza (%)	P-Value
Tratado	20	21	95.2	76.2-99.9	>0.9999
Control	19	21	90.5	69.6-98.8	

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

En cuanto al peso al nacimiento para ambos grupos evaluados (Cuadro 6) no se presentó diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.7443$). La figura 8 muestra que la homogeneidad de los cerdos al nacimiento es muy similar en los dos casos en estudio.

Cuadro 6. Medias, errores estándares y valores-p para la comparación de los tratamientos evaluados para los lechones de la raza Topigs® tratado con Genex Pig® y el grupo control.

	Control		Tratado		P-values		
	Media	EE	Media	EE	Trat.	Bloque	Parto
Peso Nacimiento (kg)	1.4	0.04	1.4	0.04	0.7443	0.1311	0.4213
Peso Destete (kg)	5.8	0.20	5.6	0.20	0.4738	0.0000	0.3262

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

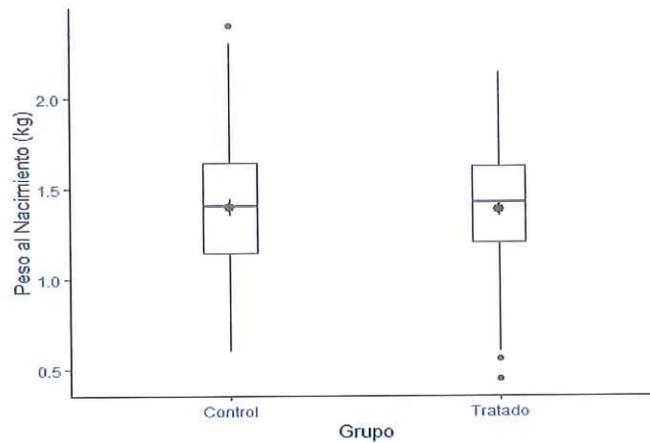


Figura 9. Media, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable del peso al nacimiento, Abangares, Guanacaste, 2019. Peso al Nacimiento.

El peso al destete es una de las variables que se esperaba un efecto significativo de la aplicación de Genex-Pig®, no obstante, el grupo control presentó 0.2 kg más en promedio que el grupo tratado, aunque dicha diferencia no es estadísticamente significativa ($p = 0.4738$, ver figura 9).

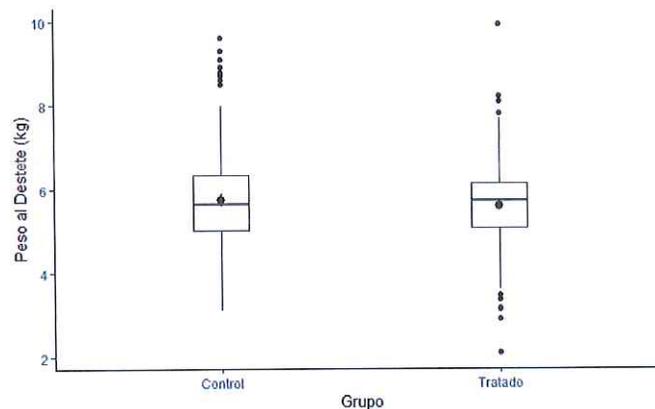


Figura 10. Promedio, intervalo de 95% confianza y dispersión observada para la variable del peso del lechón al destete, Abangares, Guanacaste, 2019.

La fórmula de ganancia diaria y con los datos de cada grupo, es posible hacer el análisis de cada conjunto en investigación, para el grupo tratamiento la ganancia diaria es de 200 gramos/cerdos/día en promedio por lechón en el periodo de lactancia, el grupo control la ganancia diaria es de 209 gramos/cerdo/día promedio en la etapa de lactancia. Concuerta con lo reportado por Varley, (1995) citado en Andrino y Guerra, (2010) de que el lechón lactante crece 180-240 g/día entre el nacimiento y el destete a las 3-4 semanas de edad. Este dato de ganancia diaria por lechón está ligado totalmente a la cantidad de cerdos destetados por cerda de cada grupo, la variabilidad del peso está ligado a la cantidad de mamas disponibles en cada cerda entre mayor el número de cerdos destetados el peso será inferior debido a que hay una mayor competencia interna por producción láctea.

Delgado et al. (2006) observó que el número de lechones nacidos vivos por cerda, y los pesos al nacimiento y al destete fueron similar entre el grupo suplementado con mezclas de ácidos orgánicos y aceites esenciales y el grupo control, resultados similares a los que se encontraron en este estudio y que pueden indicar que este tipo de mezclas tiene una efectividad limitada sobre estas variables.

Ariza, et al (2011) evaluaron los efectos de suplementar las dietas de cerdas con aceites esenciales de orégano durante la gestación y la lactancia para analizar si estos mejorarían el rendimiento y estado inmune de los lechones nacidos, comparándolos con lechones nacidos de cerdas no suplementadas esto durante 19 días del periodo de lactancia, esto lo realizaron evaluando el calostro de las cerdas y la composición de la leche y sobre el patrón de crecimiento y el estado inmune de

los lechones, en un total de 70 cerdas de segundo parto asignándose aleatoriamente a 1 de los 2 tratamientos dietéticos de gestación dentro de las 24 h posteriores al servicio sometiendo al grupo en estudio a la dieta estándar de la explotación porcina + 250 mg / kg de aceites esenciales de orégano y el control solamente a la dieta estándar. En lactancia las cerdas se asignaron nuevamente a grupo en estudio a la dieta estándar de la explotación porcina + 250 mg / kg de aceites esenciales de orégano y el control solamente a la dieta estándar. La inclusión de aceites esenciales de orégano en las dietas de cerdas durante la gestación y la lactancia no afectó el potencial de crecimiento y las respuestas inmunes en los lechones lactantes, siendo la leche el único alimento disponible para los lechones durante esta prueba en la lactancia. Lo demostrado por Ariza, et al (2011) en el trabajo realizado concuerda con los resultados obtenidos en la investigación efecto de la suplementación con ácidos orgánicos y aceites esenciales en la productividad de cerdas en el trópico seco las variables analizadas no presentaron diferencia significativa.

La incidencia de diarreas no se pudo analizar debido a que ninguna camada de los dos grupos presentó cuadros clínicos de diarrea, un factor que es importante en el análisis es que el experimento se ejecutó en la estación seca, por lo que la humedad, que es un factor que predispone a las diarreas, no estaba presente. Además, la porcicultura actual cuenta con muchas alternativas biológicas para inmunizar las cerdas en la etapa de gestación con el propósito que los lechones sean resistentes a diferentes enfermedades. Algunas vacunas que recibe la cerda

durante su etapa de parto para evitar estos casos de diarrea son relacionadas bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridium*.

Analizando cada una de las variables que se habían planteado en el trabajo de investigación estadísticamente no presentar ningún cambio significativo sobre el aditivo Genex Pig®, utilizado en la dieta de lactancia y gestación no presentaron ningún efecto. Algunas hipótesis que se plantean, adicionales a la falta de efecto del producto son:

- Los grupos de cerdas del hato reproductor se realizan choque de antibióticos el cual mantienen una salud estable del hato reproductor de cerdas, producción así un desafío bajo para la acción del aditivo en la investigación.
- Las hembras tienen un programa de vacunación con diferentes enfermedades, ayudando a que el estatus sanitario sea estable con esto se logra en que las cerdas tengan un menor desafío a las enfermedades.
- La granja tiene un estatus estable en la parte de salud intestinal de las cerdas.

- La granja establece protocolos sanitarios muy estrictos para garantizar la bioseguridad.
- Las galeras tienen su tiempo de descanso, así como la desinfección correspondiente.
- La explotación cuenta con sistema de clorado del agua tanto para el agua de bebido como para el agua de lavado así garantizando que el agua que ingiere las cerdas es totalmente potable.

La explotación para satisfacer las necesidades alimenticias de las cerdas cuenta con un sistema automático de alimentación para todas las cerdas gestantes con un dosificador manual para cada animal y así poder tener un control exacto del consumo de alimento con esto se lograr mantener una condición corporal ideal en cada cerda, Las jaulas de gestación son libre de humedad evitando un vector importante de enfermedades, las maternidades son totalmente en piso suspendidos por lo que la humedad es nula, además se cuenta con ventilación de las galpones para mejorar el confort ambiental, cada cerda cuenta con su propia jaula y bebedero dando el mayor confort posible.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Este trabajo presenta los resultados en el uso del suplemento a base de aceites esenciales, extractos de plantas y ácidos orgánicos, en 42 cerdas de 1 a 7 partos, en el mismo se determinó que no hubo diferencia en las variables de días abiertos y tasa de concepción, en las cerdas que fueron suplementadas no presentaron diferencia en los datos productivos que se pueda justificar el uso del aditivo.

Con respecto a la evaluación del control de consumo de cada cerda en el área de maternidad se concluyó que el consumo es el mismo para cada grupo, así como el rechazo de alimento para ambos grupos, por lo cual la inclusión del aditivo en la dieta de las cerdas no afecta el consumo.

Después de analizar la inclusión de dos kilogramos por tonelada de aceites esenciales, ácidos orgánicos y extracto de plantas, con el producto de nombre comercial de Genex Pig®, no se observó diferencia en los resultados estadísticos en cuanto a los lechones nacidos totales, nacidos vivos y momificados.

Las variables de que se evaluaron en la etapa de lactancia fueron peso del lechón al a nacimiento, peso al destete, mortalidad predestete, en esta etapa no presentan ninguna diferencia significativa entre el grupo tratado y el control.

En lo que corresponde a los lechones y sus variables evaluadas fueron la ganancia diaria en la etapa de lactancia e incidencias de diarreas no presentan ninguna mejora entre los grupos evaluados, siendo los mismos datos para ambos grupos.

La evaluación preñez del grupo tratamiento de cerdas las cerdas suplementadas con Genex Pig® en la etapa de parto, lactancia, post servicio hasta el diagnóstico de confirmación de gestación a los veinte ochos días es igual al grupo de cerdas testigo alimentado bajo los estándares y procedimientos de la explotación por lo que no tienen ninguna diferencia significativa.

No se debe obviar que este tipo de productos ofrecen un resultado frente a un desafío, podríamos pensar que el desafío de la granja durante el periodo que se realizó la prueba no representó lo suficiente como para alterar los parámetros zotécnicos evaluados en la granja, por lo que al agregar un aditivo Genex Pig® para el mejoramiento de la salud intestinal no se obtuvo un resultado significativo en todas las variables analizadas.

Recomendaciones

El hecho de que la mayoría de las variables estudiadas no respondieran a la suplementación con Genex Pig® (ácidos orgánicos, aceites esenciales y extractos de plantas) nos deja varias hipótesis que son objetivos de otro estudio para el seguimiento de las variables que pueden tener un impacto estadístico como productivo, esto después de haber concluido con los objetivos del trabajo de la investigación entre las que cabe de mencionar:

- Ejecutar la misma investigación anterior solamente que hacer la inclusión más alta de Genex Pig® de 4 kilogramos por tonelada, analizar las mismas variables.
- Realizar una investigación del efecto de la inclusión de Genex Pig® en la alimentación de las cerdas en el ciclo completo de gestación y lactancia, para medir el impacto que tendría en los días abiertos. Comparando con el índice de prolificidad, así como la fertilidad de acuerdo con los días abiertos que tengan las cerdas después de su periodo de lactancia, entre las características que debe tener dicha investigación debe de contar con la medición de la grasa dorsal, alimentación de la cerda individualmente en el periodo preparto y lactancia, análisis del próximo parto, medición de lechones nacidos totales y vivos. Los puntos importantes para analizar en el nuevo estudio serían comenzar con la suplementación del producto Genex Pig® desde el periodo de lactancia para medir el periodo de días abiertos el cual es un punto

económicamente importante ya que al tratar de reducir este periodo logramos mejorar los índices productivos económicos de la granja y suplementar durante los primeros 25 días después de la inseminación de la cerda para ver si logramos mejorar la cantidad de lechones nacidos vivos por camada incrementando la productividad de las cerdas.

Se podría realizar una variación de la dosis utilizando la dosis máxima recomendada por el fabricante de 4 kilos de producto por tonelada de alimento balanceado y la composición de los aceites esenciales, ya que los fitobióticos necesitan una dosis por lo general mayor a la de un antibiótico convencional para generar un efecto marcado y el orégano es uno de los aceites más estudiados actualmente, el producto utilizado en estudio Genex Pig® tiene un 3% fitobióticos (aceite esenciales y extractos de plantas). La recomendación sería utilizar un producto con una combinación de ácidos orgánicos y aceites esenciales con niveles más altos de fitobióticos. Analizar en tres ciclos continuos del periodo reproductivo, en una misma época sin hacer interrupciones en la alimentación de las cerdas en las etapas de gestación, parto, lactancia, en el uso de aceites esenciales y ácidos orgánicos en cerdas reproductoras sobre el beneficio de su fertilidad tamaño de camada, y días abiertos.

- Se puede indagar el efecto de que las cerdas alimentadas con aceites esenciales y ácidos orgánicos que tienen menor pérdida de grasa dorsal, en su efecto en el tamaño de camada, así como su fertilidad usando un mayor

tamaño de muestra para ver si esa diferencia es estadísticamente significativa.

- Plantear la misma hipótesis actualmente analizada solo con la variable de que el cambio climático sea en instalaciones con ambiente controlado donde los animales estén en su confort y no sufran del estrés calórico de la época seca.
- La empresa ganadería diamante debe centralizar su atención en las mejoras del confort de los animales en la época seca, con producirle un bienestar a los animales con un mayor confort los resultados van a ser más eficiente en la actividad porcina.

IV. REFERENCIAS

Ácido Acético. Características, usos y beneficios. Disponible en <https://www.acidoacetico.org/>.

Albetis, M., (2018). Los aceites esenciales (AE) como aditivos alimenticios en los porcinos. Actualidad Porcina. Disponible en <http://www.actualidadporcina.com/articulos/los-aceites-esenciales-ae-como-aditivos-alimenticios-en-los-porcinos.htm>.

Anangono, C. (2014). Introducción al uso de los ácidos orgánicos (Desarrollo de Tesis). Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25104/2/DESARROLLO%20DE%20TESIS%20CARLOS%20ANANGONO%201.pdf>.

Andrino, B., Guerra, C. (2010). Evaluación de la edad del destete a 21 y 28 días sobre el rendimiento de cerdas reproductoras y lechones (Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura). ZAMORANO CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA. Honduras. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/639/1/T3034.pdf>.

Ariza, C., Bandrick, M., Baidoo, S., Anili, L., Molitor, T., Hathaway, M. (2011) Effect of dietary supplementation of oregano essential oils to sows on colostrum and milk composition, growth pattern and immune status of suckling pigs. *Revista Journal of Animal Science*. Volume 89. April 2011.

BASF S.A. Documentación técnica española, (2015). Introducción al uso de ácidos orgánicos en porcino. Disponible en <https://porcino.info/introduccion-al-uso-de-acidos-organicos-en-porcino/>.

Barrantes, M., Gamboa, C., Quesada, Y., Valverde G., I Ciclo 2105 UCR Sector Porcino en Costa Rica. Prezi.

Bernal, D. (2018). Efecto de un Aditivo Nutraceutico en Cerdos en Finalización Sobre Parámetros Productivos. (Optar por el título de Zootecnista) Universidad de la Salle Facultad de Ciencias Agropecuarias programa de Zootecnia. Bogotá.

Brunori, J., Rodríguez, M., Figueroa, M., (ed.). (2012). Buenas prácticas pecuarias para producción y comercialización porcina familiar. Bueno Aries, Argentina.

Burt, S. A. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*. 94:223-253. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15246235>.

Burt, S. A., Van der Zee, R., Koets, Ad. P., De Graff, A. M., Van Knapen, F., Gaastra, W., Haagsman, H. Y Veldhuizen, J. A. (2007). Carvacrol induces heat shock protein 60 and inhibits synthesis of flagellin in *Escherichia coli* O157:H7. *Applied and Environmental Microbiology*. 73 (14): 4484-4490. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17526792>.

Cámara costarricense de Porcicultores de Costa Rica. Información del sector porcino.

Camino, Y. Almaguel, R. Tolón, N. Ramírez, M. (2004). Uso del Ácido Acético en la Prevención y Tratamiento de la Colibacilosis. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* Vol. 11 No. 2. Disponible en http://www.academia.edu/8143908/USO_DEL_%C3%81CIDO_AC%C3%81.

Calvo, M. (2003). Reflexiones sobre resistencia de los antibióticos. Discurso de ingreso como academia numeraria en la Real academia de Doctores de Cataluña. 85 pp.

Cepero, R. (2006). RETIRADA DE LOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN LA UNIÓN EUROPEA: CAUSAS Y CONSECUENCIAS. Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Cepero/publication/267787390_RETIRADA_DE_LOS_ANTIBIOTICOS_PROMOTORES_DE_CRECIMIENTO_EN_LA_UNION_EUROPEA_CAUSAS_Y_CONSECUENCIAS/links/54b3c16a0cf26833efcecd06.pdf.

Córdova, T.W, Flores, M. Z, Rosales, P. (2005). Evaluación reproductiva de un plantel de cerdas durante el periodo de gestación durante el periodo de gestación. (Tesis de Grado para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista). Facultad de Medicina Veterinaria la U. A. G. R. M. Santa Cruz Bolivia. Disponible. http://190.186.110.75/sistemabibliotecario/doc_tesis/CORDOVA-20101109-105536.pdf.

Daza, A. (2001). Efecto de la adición de aceites esenciales al pienso sobre las variables productivas, digestibilidad y balance de nitrógeno en cerdos en cebo. Dpto. de Producción Animal E. T. S. Ingenieros Agrónomos Ciudad Universitaria de Madrid.

Delgado, C., San Martín, F., Carcelén, F., Ara, M., y Ampuero, A. (2006). Efecto de la suplementación de un acidificante micro encapsulado en la ración sobre el

comportamiento productivo de gorrinos y marranas. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172006000200001&script=sci_abstract.

Deroche, J. (2014). El sitio porcino. Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones. Consultado 10 nov. 2017. Disponible en <http://www.elsitioporcino.com/articles/2513/sistema-digestivo-del-cerdo-anatoma-y-funciones/>.

Done, S. (2005). Fallo reproductivo causas frecuentes de aborto, momificación y mortalidad perinatal en cerdos, una perspectiva sencilla de diagnóstico. Revista computarizada 3tres3. Disponible en https://www.3tres3.com/articulos/causas-frecuentes-de-aborto-momificacion-y-mortalidad-perinatal_1198/.

Errecalde, J. (2004). Uso de Antimicrobianos en Animales de Consumo incidencia del desarrollo de resistencias en la salud pública. FAO PRODUCCIÓN Y SANIDAD ANIMAL 162. Disponible en <http://www.fao.org/3/y5468s/y5468s00.htm>.

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160.

Gonzales, Y. (2014). Efecto de la Adición de Ácidos Orgánicos y Probióticos sobre el Crecimiento del Camarón. (Ingeniero Acuacultor). Universidad Técnica de Machala Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería Acuícola.

Gonzales, S., Icochea, E., Reyna, P., Guzmán, J., Cazorla, F., Lúcar, J., Carcelén, F., y San Martín, V. (2013). Efecto de la Suplementación de Ácidos Orgánicos sobre los Parámetros Productivos en Pollos de. Revista Inversiones Veterinaria Perú. 32-37 pp Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v24n1/a04v24n1>

Gillespie, R.J., Humhreys, D. A., Baird, N. C. y Robinson, E. A. (1990). Química. Editorial Reverte. Barcelona. 1140 pp.

Guevara, I. (2004). Uso de acidificantes intestinales en el control de *Escherichia coli* y su efecto en la producción de pollos de ceba. (Tesis de Grado Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1866>.

Grilli E., Barbara R., y Tugnoli B. (2017). Puede los ácidos orgánicos y extracto de plantas naturales mejorar el crecimiento de los cerdos. IVIS with the permission of editor. Volume 140. p13.

Grondona, E., Gatti, G., López, A., Sanchez, L. Rivero, V., Pessah, O., Zunino, M. y Ponce, A. Bio-efficacy of the essential oil of oregano (*Origanum vulgare* Lamiaceae. Ssp. *Hirtum*). *Plants Foods for Human Nutrition*, pp. 351-357, 2014. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/springer-journals/bio-efficacy-of-69-the-essential-oil-of-oregano-origanum-vulgare-DQR9mGw1C2/1>

Gonzales, G., y Medel, P. (2007). Acidificantes en nutrición porcina. *Revista computarizada 3tres3*. Disponible en [https:// www .3tres3.com/ articulos /acidificantes-en-nutricion-porcina_1789/](https://www.3tres3.com/articulos/acidificantes-en-nutricion-porcina_1789/).

Helvoirt (2009). Aceites esenciales y ácidos orgánicos contra *E. coli* (1+1=3). Consultado 15 nov 2017. Disponible en https://www.3tres3.com/nutricion/aceites-esenciales-y-acidos-organicos-contra-e-coli-1-1=3_2550/.

Hernandez, A. (2008). Efecto de la adición del fitobióticos (Biomín® P. E. P. 1000) en la dieta de cerdas lactantes. Tesis de Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

James, K. (2015). Diagnostico de PRRS. *Revista computarizada 3tres3*. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/signos-clinicos-y-diagnostico-de-prrs_34647/.

Jiménez, M. (2011). "Evaluación de la Harina de Tomillo (*Thymus vulgaris* L.) (Al 5, 10 Y 15 %) como Promotor de Crecimiento en Cerdos Mestizos en la Parroquia la Victoria, del Cantón Pujilí." (Tesis de grado como requisito previo a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista). Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga – Cotopaxi.

Khajareern, J., Khajareern, S. (2016). The efficacy of origanum essential oils in sow feeds, Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Agricultura, Khon Kaen Universidad, Tailandia. International Pig Topics, Volumen 17.

Lambert, R., Skandamis, P., Coote P., y Nychas G. (2001). Journal of Applied Microbiology. 91:453-462.

Le Treut, Y. (2006) Alimentación y nutrición de la cerda gestante I. Revista Computadorizada 3tres3. Disponible en https://www.3tres3.com/articulos/alimentacion-y-nutricion-de-la-cerda-gestante-i_1588/.

Lee M.D. (2005). Molecular basis for AGP effects in animals. Antimicrobial Growth Promoters: Worldwide Banon the Horizon. Noordwijkaan Zee, The Netherlands, p. 37-38.

- Lis-Balchin, M. (2003). Feed additives as alternatives to antibiotic growth promoters: botanicals. Proceedings of the 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. University of Alberta, Canadá, Publisher. 1:333-352.
- MAG. (2014). Programa Nacional de Cerdos. Recuperado el 25 de junio del 2015 de <http://www.mag.go.cr/informacion/prog-nac-cerdos-carne-2009-2011-cnp.pdf>.
- Magalhaes, V., Susca F., Lima F., Branco A., Yoon I., y Santos J. (2008). Effect of feeding yeast culture on performance, health and immunocompetence of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 91:1497-1509.
- Martínez, R., Ortega, M., Herrera, J., Kawas, J., Zarate, J., y Robles, R. (2015). Uso de Aceites Esenciales en Animales de Granja. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33942541003>.
- Martínez, K., Herradora, M. (2017). Fitobióticos ¿Una Alternativa Real? Departamento de Medicina y Zootecnia de Cerdos.FMVZ-UNAM, Mexico. BM Editores. Disponible en <https://bmeditores.mx/porcicultura/articulos/nutricion-del-cerdo/alimentacion-pie-de-cria/fitobioticos-una-alternativa-real-2485>.
- Mesonero, J. (2017). Los ácidos orgánicos y su potente efecto antibacteriano como herramienta en las estrategias de reducción de antibióticos. *Producción Animal*. Disponible en <https://www.produccionanimal.com/los-acidos->

organicos-y-su-potente-efecto-antibacteriano-como-herramienta-en-las-
estrategias-de-reduccion-de-antibioticos

Moncada., M. (2013) Engorde de cerdos a base de promotores de crecimiento orgánicos y químicos en el cantón Santo Domingo (Tesis de grado ingeniería Agropecuaria). Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Estudios a Distancia Modalidad Semipresencial. Ecuador. Disponible en <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:43000-598>.

Mora, S. (2018). Desempeño del Sector Agropecuario en el2017. Disponible en: <http://www.sepsa.go.cr/DOCS/2018-007>
Desempenno_Sector_Agro_2017.pdf

O'neal, K. (2018). Estudio UCR revela competitividad de la producción porcina en Costa Rica. Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/28/estudio-ucr-revela-competitividad-de-la-produccion-porcina-en-costa-rica.html>.

Padilla, M. (2008). Comportamiento de la actividad porcina en Costa Rica 200-206. Gerente Programa Nacional de Cerdos. MAG.

Partanen, K., y Mroz, Z. (1999). Organic acids for performance enhancement in pig diets. Nutrition Research Reviews. 12:117-145.

Pichilingue, N. (1994). Uso de probióticos en la marrana durante el periodo parto, lactación y pos-destete. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 49 p.

Presser K.A., Ratkowsky D.A., y Ross T. (1997). Applied & Environmental Microbiology. 63:2335-2360.

Piva, G., y Rossi F. (2008). Future Prospects for the non-therapeutic use of antibiotics. In. Recent Progress in Animal Production Science. Piacenza, Italy.

Quesada, Y., 2009 Sector Porcino en Costa Rica. Disponible en <https://prezi.com/-act9eefsuml/sector-porcino-en-costa-rica/>.

Quispe, L. (2013). Utilización de ácidos orgánicos (acético, propiónico) y yodoforos al (5%) como promotores de crecimiento en cerdos en el proyecto porcino de la universidad estatal de Bolivia. (Tesis de grado de: Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Estatal de Bolívar. 14p.

Ramírez, I., y Blanco D. (2009). Utilización del ácido acético y orégano en la regulación del ecosistema intestinal de aves de corral. Ergonomix. Disponible en http://www.adiveter.com/ftp_public/A2270309.pdf

Roca, M. (2008). Estudio del Ecosistema bacteriano del tracto digestivo del cerdo mediante técnicas moleculares (Tesis Doctoral) Universitat Autònoma de Barcelona, España.

Reglamento de Ejecución (UE) 2017/940 de la Comisión de 1 de junio de 2017 relativo a la autorización del ácido fórmico como aditivo en los piensos para todas las especies animales. Disponible en http://members.wto.org/crnattachments/2017/SPS/EEC/17_2631_00_s.pdf.

Revelo, I. (2017) Evaluación del Efecto Antimicrobiano del Aceite de Canela (*Cinnamomun zeylanicum*) sobre cepas de Salmonella. (tesis de grado de: Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias Medicina Veterinaria y Zootecnia, Cevallos-Tungurahua- Ecuador. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25099>.

Rodríguez, P. (2016). Consideraciones sobre el destete en lechones. Tesis Ingeniero. Bogotá, Colombia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. 20 p.

Schweer, W., Ramirez, A., y Gabler, N. (2017) Alternatives to in feed antibiotics for nursery pigs. Alowa State University. Ames, IA, USA.

- Shiva, C. (2007) Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y aceites orgánicos, Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. (Tesis Doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona. España.
- Solera, R., Villegas, M., Bojanic, A., Salcedo, S. et al. (2006) Estudio de Competitividad de la Porcicultura en Costa Rica con la Metodología de la Matriz de Análisis De Política (MAP).
- Soto, E. (2014) Consumo de carne de cerdo creció el 1,7% en Costa Rica. Disponible en <http://www.elfinancierocr.com/economía-y-política>
- Roth, FX. (2000). Ácidos orgánicos en nutrición porcina eficiente modo de acción. XVI Curso de Especialización FEDNA. 1-12.
- Ultee, A., Kets, E., y Smid, E. (1999) Applied and Environmental Microbiology. 65:4606-4610.
- Urbina, A. (2016) Situación Externa de la Actividad Porcina. MAG. Disponible en <http://www.mag.go.cr/informacion/inf.tecnica%20pro.cerdos/Congreso-INEC-OCT-2016.pdf>.
- Teneda, A. (2015) Efectos del Aceite Esencial de Orégano (*Oreganum vulgare*) como Promotor de Crecimiento en Cerdos, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Facultad De Ciencias Y Naturales Escuela De Ciencias

Biologicas. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8735/EFFECTOS%20DEL%20ACEITE%20ESENCIAL%20DE%20OREGANOS%20%28Origanum%20vulgare%29%20COMO%20PROMOTOR%20DE%20CRECIMIENTO%20EN%20CERDOS.pdf>.

Torres, C., y Zarazaga, M. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino? Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de la Rioja. Logroño España. Disponible en <http://scielo.isciii.es/pdf/gsv16n2/edit02.pdf>

Trolliet, C. (2005). Productividad numérica de la cerda, factores y componentes que la afectan. Facultad de Agronomía y Veterinaria Nacional de Río Cuarto. Argentina. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/09-productividad_numerica_cerda.pdf

Yanez, D. (2013). Utilización de ácidos orgánicos acetático, propiónico y yodoformo al 5% como promotores de crecimiento en cerdos en el proyecto porcino de la universidad estatal de Bolívar. Tesis Doctorado. Guaranda, Ecuador. Universidad estatal de Bolívar. 17-20 p.

Anexos

Anexo 1: Diseño jaula de gestación



Ganadería diamante, 2018.



Anexo 2: Ingreso a cerdas a maternidad



Ganadería diamante, 2018.



Ganadería diamante, 2018.

Anexo 3: Manejo de cerdos recién nacidos



Ganadería diamante, 2018.



Ganadería diamante, 2018

Anexo 4: Diseño de jaula de maternidad



Ganadería Diamante, 2018.

Anexo 5: Imagen de ecografía a 28 días de preñez



Ganadería Diamante, 2018.

Anexo 6: Desempeño histórico de la Granja Porcina El Diamante

Análisis Desempeño de Tendencias

Granja: 0007 - DIAMANTE

Fecha: 20-ago-19

Análisis de producción entre 01-ene-16 y 31-dic-18

	Información de Parto					
	2016	2017	2018	Total	Prom.	Meta
Partos (Camadas)	3173	2924	2850	8947	2982	3000
<i>(como % del total)</i>	35.5%	32.7%	31.9%			
Partos Asistidos	0	0	8	8	3	
Partos Inducidos	0	0	0	0	0	
Camadas con < 7 Nacidos Vivos como % de los Partos	337	246	226	809	270	
<i>(como % de los Partos)</i>	10.6%	8.4%	7.9%	9.0%		
Tot.Nacidos	39114	37038	35539	111691	37230	40500
Total Nacidos/Camada	12.3	12.7	12.5		12.5	13.5
Nac.Vivos	35255	33836	31981	101072	33691	37500
<i>(% del Total Nacidos)</i>	90.1%	91.4%	90.0%	90.5%		92.6%
Nacidos Vivos/Camada	11.1	11.6	11.2		11.3	12.5
Nac.Muertos	1487	1521	2381	5389	1796	1500
<i>(% del Total Nacidos)</i>	3.8%	4.1%	6.7%	4.8%		3.7%
Nac.Muertos/Camada	0.5	0.5	0.8		0.6	0.5
Momificado	2372	1681	1177	5230	1743	1500
<i>(% del Total Nacidos)</i>	6.1%	4.5%	3.3%	4.7%		3.7%
Momificados/Camada	0.7	0.6	0.4		0.6	0.5
Peso Prom.Camada	16.63	17.38	17.64		17.19	
Peso Prom.Lechones	1.49	1.49	1.56		1.51	
Tasa de Parición	80.2%	81.6%	84.3%		81.9%	85.0%
Indice de Partos	2.43	2.43	2.44		2.43	2.40
Intervalo Entre Partos	150.6	150.3	150.0		150.3	152.2
Largo de Gestación	115.3	115.4	114.8		115.2	115.0
Nac.Vivos/Cerda/Año	25.8	27.3	26.2		26.4	30.0
Nac.Vivos/Hembra/Año	25.0	26.6	25.5		25.7	28.6
Edad Prom.a Parto (Par.)	2.7	3.2	3.7		3.2	

Ganadería diamante, 2018.

Análisis Desempeño de Tendencias

Granja: 0007 - DIAMANTE

Fecha: 20-ago-19

Análisis de producción entre 01-ene-16 y 31-dic-18

	Información de Destetes					
	2016	2017	2018	Total	Prom.	Meta
Cerdas Dest.Completo <i>(como % del total)</i>	3128	2936	2851	8915	2972	3000
	35.1%	32.9%	32.0%			
Nodrizas Destetadas	0	0	0	0	0	
Cerdas Dest.sin Camada	73	82	110	265	88	
Camadas Destetadas	3055	2854	2741	8650	2883	3000
Nodrizas Creadas	0	0	0	0	0	
Destetados	30421	30257	28943	89621	29874	33750
(de Destetes Parciales)	269	450	257	976	325	
Destetados Retrasados	0	0	0	0	0	0
<i>(como % de Lechones destetados)</i>	0.0%	0.0%	0.0%		0.0%	0.0%
Conciliación Camadas	-65	-63	36	-92	-31	0
Mortalidad Predestete	12.0%	10.8%	9.4%		10.7%	10.0%
Prom. Destetados/Camada	10.0	10.6	10.6		10.4	11.3
(- Parcialmente Destetados)	9.9	10.4	10.5		10.2	
Prom.Lech.Dest./Cerde	9.7	10.3	10.2		10.1	11.3
(- Parcialmente Destetados)	9.6	10.2	10.1		9.9	
Edad Prom.Lechones	21.4	25.3	26.0		24.2	25.0
Peso Prom.Cam.Destetadas	55.07	71.00	68.41		64.59	61.23
Peso Prom. Ajustado al Destete	56.20	63.43	61.27		60.19	
Peso Prom.Lechones Destete	5.64	6.88	6.74		6.41	5.44
Largo Lactancia	21.1	25.0	25.3		23.8	26.0
Destetados/Cerde/Año	22.2	24.4	23.7		23.4	27.0
Destetados/Hembra/Año	21.6	23.8	23.1		22.8	25.7
Edad Prom.Dest.(Par.)	2.7	3.1	3.6		3.1	

Ganadería diamante, 2018.

Anexo 7: Pesaje de cerdas al ingreso de maternidad



Ganadería diamante, 2018.



Anexo 8: Histórico de Nacidos vivos y peso promedio de lechones

Análisis Desempeño de Tendencias

Granja: 0007 - DIAMANTE

Análisis de producción entre 02-dic-16 y 28-nov-17

	Información de Parto				
	02-dic-16 a 31-may-17	01-jun-17 a 28-nov-17	Total	Prom.	Meta
Partos (Camadas) <i>(como % del total)</i>	1491 51.0%	1434 49.0%	2925	1462	1487
Nac.Vivos	17436	16387	33823	16912	18587
Peso Prom.Lechones	1.46	1.52		1.49	

Ganadería diamante, 2018.

Anexo 9: Edad y peso de lechones al destete

Análisis Desempeño de Tendencias

Granja: 0007 - DIAMANTE

Análisis de producción entre 02-dic-16 y 28-nov-17

	Información de Destetes		Total	Prom.	Meta
	02-dic-16 a 31-may-17	01-jun-17 a 28-nov-17			
Cerdas Dest.Completo <i>(como % del total)</i>	1428 49.3%	1468 50.7%	2896	1448	1487
Destetados	14849	15018	29867	14934	16729
Edad Prom.Lechones	24.0	26.3		25.1	25.0
Peso Prom.Lechones Destete	6.52	7.07		6.79	5.44

Ganadería diamante, 2018.

Anexo 10: Carta de Autorización de uso de datos

Alajuela 15 enero 2018

Señores

Comité de Trabajos de Graduación

Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Producción Animal

Presentes

Estimados señores:

El abajo suscrito, en calidad de representante legal Osman Porras Gonzales de la empresa (u organización) Ganadería Diamante hago constar que conozco el proyecto "Determinar el efecto de la suplementación con ácidos orgánicos y aceites esenciales en cerdas gestantes y lactantes." Que desarrollarán los estudiantes Jorge Arturo Alvarado Núñez y Michael Hernández Agüero el cual avalo para su ejecución en nuestra organización.

Mediante este acto me comprometo a apoyar al estudiante en cuanto a la logística para la ejecución del proyecto y a aportar los siguientes recursos:

Instalaciones y activos fijos: desarrollar esta sección

Activos biológicos: desarrollar esta sección

Recursos humanos: desarrollar esta sección

Recursos financieros: desarrollar esta sección

Por último, expreso que el estudiante cuenta con nuestra autorización para usar y divulgar los resultados de este proyecto tanto a lo interno de la Universidad Técnica Nacional como para efectos de publicaciones.

Sesión de restricción o condiciones de uso de los resultados y propiedad intelectual:

[de ser necesario, en esta sección se debe escribir sobre eventuales restricciones en cuanto a la divulgación de resultados o si el desarrollo del proyecto implica la creación de alguna propiedad intelectual a favor de la empresa u organización. Se debe tener claro que los derechos de autor son personalísimos y no puede ser cedidos a nombre de la organización patrocinadora.



Osman Porras Gonzales

Cédula: 5-162-218