

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS
,

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN CERDOS

INTEGRANTE
BALBINO RIVERA 8-937-251

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ
2024

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN CERDOS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO ING. ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO DE PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO

PROF. ING. RICHARD MUDARRA M.SC _____

ASESOR

PROF. ING. ALEX SAMUDIO M.SC. _____

MIEMBRO

PROF. ING. VÍCTOR SÁNCHEZ M.SC _____

MIEMBRO

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2024

Agradecimiento

Primero quiero agradecer a Dios por brindarme la salud, el apoyo y la fuerza para enfrentar todas las problemáticas ocurridas durante toda mi vida y permitirme lograr una de mis metas, donde confío que él siempre me va a guiar por el mejor camino.

A mis padres Mercedes Cerrud y Balbino Rivera por el apoyo incondicional y por estar conmigo en todo momento, brindándome su amor, comprensión y el ejemplo de lucha y honestidad constante para llegar a mis logros.

A mi hermana Yetzibel Rivera y sobrina Yexalen Rodríguez por su apoyo incondicional y por siempre motivarme a dar el máximo para cumplir mis sueños.

Finalmente quiero agradecer a todos mis profesores que me brindaron sus conocimientos para formarme como profesional, en especial a mi asesor Richard Mudarra por todo el apoyo brindado durante la investigación.

A todos muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimiento	iv
Resumen	vii
Abstract.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
I. MARCO TEÓRICO	3
1. Uso de Aditivos como promotores de Crecimiento en Cerdos	4
1.1. El destete y la fisiología digestiva	6
1.2. Composición de la micro Flora intestinal del lechón	8
1.3. Los ácidos orgánicos	9
1.4 Desarrollo de acidificantes en porcinos	10
1.5. Probióticos y Prebióticos	12
1.5.1. Probióticos	12
1.5.2. Prebióticos	14
II. METODOLOGÍA	15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
IV. CONCLUSIONES	24
V. RECOMENDACIONES	25
VI. BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de aparato digestivo del lechón hasta las 8 semanas de edad.....	8
---	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Perfil formulado y calculado de las dietas experimentadas.....	17
---	----

Tabla 2. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre el desempeño productivo de los cerdos	18
--	----

Tabla 3. Efectos de la suplementación de ácidos orgánicos sobre el perfil hematológico en cerdos.....	20
---	----

Tabla 4. Efectos de la suplementación de ácidos orgánicos sobre la concentración de nitrógeno ureico en sangre.	22
--	----

Tabla 5. Efectos de la suplementación de ácidos orgánicos sobre la consistencia fecal en cerdos en la etapa de inicio	22
---	----

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN CERDOS

Balbino Rivera

2024

RESUMEN

La suplementación con ácidos orgánicos en la dieta de cerdos ha sido objeto de numerosos estudios debido a sus potenciales beneficios en el desempeño productivo y la salud animal. La presente investigación, se orienta a evaluar la inclusión de un complejo de ácidos orgánicos con aceites esenciales en el alimento sobre el desempeño productivo en cerdos post-destete. Este estudio, se desarrolló en el Centro de Investigación Agropecuario de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, ubicado en el corregimiento de Chiriquí, se utilizaron 45 cerdos mixtos con una edad promedio de 28 días de edad, seleccionados aleatoriamente, expuestos a tres tratamientos dietéticos con tres repeticiones por tratamiento y cinco cerdos por repetición. Se encontró una tendencia a diferir ($p < 0.10$) entre los días de muestreo para el porcentaje de hematocritos, como también diferencias entre días ($p < 0.05$) y tendencia a diferir entre tratamientos ($p < 0.10$) para MCHC. Adicionalmente, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos y días de muestreos para el porcentaje de eosinófilos. No se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) en la concentración de urea en sangre, pero sí hubo diferencias en el índice de consistencia fecal ($p < 0.05$). El estudio concluye que la inclusión de ácidos orgánicos en la dieta no mostró efectos marcados en el desempeño productivo, pero sí generó mejoras en la reducción de diarrea.

Palabras clave: ácidos orgánicos, alimentación y producción

EFFECTS OF ORGANIC ACIDS SUPPLEMENTATION ON PRODUCTIVE PERFORMANCE IN PIGS

Balbino Rivera

2024

Abstract

The supplementation of organic acids in the diet of pigs has been the subject of numerous studies due to its potential benefits on productive performance and animal health. The present research is aimed at evaluating the inclusion of a complex of organic acids with essential oils in the feed on the productive performance of post-weaning pigs. This study was developed at the Agricultural Research Center of the Faculty of Agricultural Sciences, located in the district of Chiriquí. 45 mixed pigs with an average age of 28 days were used, randomly selected, exposed to three dietary treatments with three repetitions per treatment and five pigs per repetition. A tendency to differ ($p < 0.10$) was found between sampling days for the percentage of hematocrit, as well as differences between days ($p < 0.05$) and a tendency to differ between treatments ($p < 0.10$) for MCHC. In addition, significant differences ($p < 0.05$) were found between treatments and sampling days for the percentage of eosinophils. No significant differences ($p > 0.05$) were found in the concentration of urea in blood, but there were differences in the fecal consistency index ($p < 0.05$). The study concludes that the inclusion of organic acids in the diet did not show market effects on productive performance, but did generate improvements in the reduction of diarrhea.

Keywords: organic acids, feed and production

INTRODUCCIÓN

El tracto gastrointestinal del lechón experimenta muchos cambios en el período del destete (Gómez et al., 2007). La ausencia de consumo de leche, el cambio de textura de la dieta (seca o líquida), la invasión por microorganismos o la introducción de compuestos alergénicos en la dieta, son factores los cuales desencadenan estrés en el lechón. Sin embargo, la literatura sugiere que la mayor presencia de problemas digestivos en los cerdos ocurre durante el destete, reconociendo que los mismo son muy sensibles a las patologías microbianas digestivas, debido a que su equipo enzimático no está totalmente maduro es incapaz de digerir la proteína de origen vegetal presente en el alimento (Král et al., 2013).

Los antibióticos, según indica Bosi et al. (2011), son añadidos en la dieta del lechón para la terapia de control de infecciones bacterianas, pudiendo controlar el desarrollo de patógenos como también pueden eventualmente tener un efecto promotor del crecimiento en lechones destetados. Sin embargo, han demostrado generar resistencia bacteriana, los cuales ponen en riesgo la salud humana. (Král et al., 2013).

Algunos aditivos se utilizan en las dietas de lechones durante el periodo de destete, como lo es el caso de los ácidos orgánicos, los cuales se agregan a las raciones pre iniciales, debido a que ayudan a disminuir el pH del estómago en el momento en que el lechón tiene dificultad de producir de una forma natural ácido clorhídrico en su estómago (Elizondo, 2021). Se reconoce que no son antibióticos,

sin embargo, son capaces de inhibir e impedir el crecimiento y la proliferación de bacterias patógenas, así como de hongos y levaduras no deseados, pero su efecto varía dependiendo del tipo de ácido orgánico que se aplique (Vázquez, 2013).

A pesar de que existe suficiente información científica acerca de los beneficios de los ácidos orgánicos sobre el control de bacterias patógenas en el tracto digestivo de los cerdos, existe un déficit de información en la implementación de una mezcla de diferentes ácidos orgánicos en conjunto con aceites esenciales. En base a lo mencionado anteriormente, este estudio tuvo como objetivo evaluar la inclusión de un complejo de ácidos orgánicos con aceites esenciales en el alimento sobre el desempeño productivo en cerdos post-destete.

I. MARCO TEÓRICO

Gracias a los avances tecnológicos y genéticos, el periodo de destete es un proceso que se ha reducido significativamente, desde las 10 o 12 semanas de edad a un período de 21-28. Es común en la mayoría de los países productores de cerdos comerciales la obtención de lechones con pesos promedios de 5-7 kg con 2.4 partos por año (Rodríguez Cobos, 2016).

El destete es el período en donde la armonía lograda durante la lactancia se rompe repentinamente, provocando un trastorno en el desarrollo del sistema digestivo en la primera semana después del destete, provocando una desnutrición temporal en los lechones (Vázquez, 2013). Después de una nueva dieta y un nuevo período de adaptación al nuevo entorno, restablece el ritmo de desarrollo de todos los sistemas importantes, principalmente el sistema digestivo (Vásquez, 2013).

Respecto a los destetes de los lechones, Vázquez (2013) menciona que los lechones sufren un estrés severo durante el destete debido a los cambios ambientales y nutricionales, los cuales deben ser acondicionados en las salas de forma rápida para evitar pérdida de peso y deshidratación. La separación del ambiente materno, la competencia por espacio con sus nuevos compañeros, como también los cambios en la alimentación y el alojamiento en un nuevo ambiente son factores que producen estrés en el animal (Rodríguez Cobos, 2016).

Kil et al. (2011) señalan que, en experimentos con cerdos destetados, se ha demostrado que los acidificantes alimentarios reducen el pH gástrico al menos ligeramente.

1. Uso de Aditivos como promotores de Crecimiento en Cerdos

Recientemente, la diarrea post-destete (DPD) en lechones se ha dado un aumento, causadas por la prohibición del uso de antibióticos en la alimentación animal globalmente, como medida o solución se ha facilitado el uso de estrategias dietéticas, incluida la manipulación de los componentes de la dieta para cambiar las poblaciones de bacterias patógenas y simbióticas (Reís de Souza, 2010).

Según Carro y Ranilla (2002) “los aditivos se utilizan habitualmente en la alimentación animal con tres fines principales: mejorar el sabor u otras propiedades de las materias primas, piensos o productos animales, prevenir determinadas enfermedades y aumentar la eficiencia de producción animal” (p.1).

La gama de aditivos utilizados para estos fines es muy amplia, debido a que este término incluye sustancias tan diversas como algunos aditivos (vitaminas, provitaminas, minerales, etc.), agentes preventivos de enfermedades (coccidios taticos y otros agentes terapéuticos) y agentes promocionales de crecimientos (antibióticos, probióticos, enzimas, etc.). El grupo de aditivos antibióticos incluye los utilizados como promotores del crecimiento animal (APC) y también llamados “Agentes digestivos” (Carro, 2002).

Los animales de granja son muy susceptibles a desbalances bacterianos entéricos en el tracto digestivo, lo que conduce a una insuficiente conversión de los nutrientes y al retardo del crecimiento. Para contrarrestar estas dificultades, las dietas se suplementaban durante años con antibióticos, que son efectivos en la disminución de las diarreas y como promotores del crecimiento (Rondón, 2013).

Su uso indiscriminado trae como consecuencia el desarrollo de cepas patógenas resistentes a compuestos antimicrobianos (Rondón, 2013).

Adicional a los antibióticos, los probióticos y Ácidos son aditivos alimentarios elaborados a partir de microorganismos vivos, cuando se utilizan en cantidades suficientes, tienen un efecto positivo sobre la salud del huésped. El uso de probióticos en la alimentación de los cerdos puede restablecer el equilibrio de los microorganismos en el tracto gastrointestinal, mejorar los procesos digestivos y de absorción, regular las respuestas inmunitarias, en consecuencia, mejorar la producción y aumentar los indicadores de salud (Flores, 2017).

Los ácidos orgánicos son una de las alternativas más interesantes al uso de antibióticos como promotores del crecimiento en la dieta de lechones recién destetados. Uno de los puntos más interesantes es la acción a nivel gástrico. Además, agregar ácidos orgánicos a la dieta puede mantener bajo el pH del estómago, controlar el equilibrio de las poblaciones microbianas y reducir el riesgo de colonización del tracto gastrointestinal posterior por microorganismos patógenos. El mantenimiento de un pH bajo en el estómago es importante para controlar el crecimiento de microorganismos patógenos, ya que muchos de ellos no pueden sobrevivir en un ambiente ácido. Al agregar ácidos orgánicos a la dieta, se puede lograr este efecto y reducir el riesgo de colonización de microorganismos dañinos en el tracto gastrointestinal posterior, además los ácidos orgánicos pueden ayudar a mantener un equilibrio saludable de las poblaciones microbianas en el intestino.

Al controlar el crecimiento de bacterias perjudiciales, se promueve el crecimiento de bacterias benéficas, lo que contribuye a una mejor salud intestinal (Flores, 2017).

Entre los mecanismos de acción en diferentes tramos del tracto gastrointestinal, uno de los puntos a los que más interés se ha dedicado es a su efecto a nivel gástrico, dado el papel de este órgano como puerta de entrada a la colonización microbiana del tracto digestivo en animales jóvenes (Franco, 2004).

Los mismos autores consideran que efecto inhibitorio de los ácidos orgánicos sobre los microorganismos no sólo depende de la magnitud de pH, sino que puede considerarse aditivo, sino que también se considera como un aditivo, los ácidos orgánicos como el ácido fórmico tiene la capacidad de reducir la carga bacteriana y prevenir ciertos microorganismos patógenos que se encuentra en los alimentos o en el tracto gastrointestinal de algunos animales. (Flores, 2017).

La digestión eficiente de proteínas requiere mantener un pH gástrico bajo, ya que, un pH gástrico bajo activa las enzimas proteolíticas, como la pepsina. Según Morales, (2008) estas poblaciones de bacterianas en el tracto gastrointestinal de los animales influyen significativamente en los procesos inmunológicos, nutricionales, fisiológicos y defensivo en el huésped. Hasta el destete del cerdo, su protección frente a patógenos se basa principalmente en la protección que aporta la leche, que a través de diversas inmunoglobulinas (IgM; IgG; IgA) asegura una protección intestinal a corto plazo al neutralizar los virus, evitar la fijación bacteriana y opsonizar las bacterias (Quiles, 2008).

1.1. El destete y la fisiología digestiva

El destete a edades más tempranas con el fin de mejorar entre otras el estado sanitario del lechón y parámetros productivos de la cerda, trae consigo una serie de factores que van a hacer de esta etapa una fase crítica dentro del crecimiento del

cerdo. Gómez y Vergara (2008) señalan que el tracto gastrointestinal del lechón experimenta muchos cambios en los días después del destete, presentando un período de atrofia, limitando la absorción de nutrientes y una baja respuesta inmunológica, repercutiendo así en la ganancia de peso (Quiles, 2008).

El estrés nutricional asociado al destete se produce al pasar de una dieta digestiva muy bien adaptada a las enzimas presentes en el tracto digestivo a una dieta basada en cereales sólidos que no necesariamente cubre las necesidades del sistema digestivo (Reis de Souza et al., 2010). McCracken y Kelly (1993) señalan que los nutrientes no digeridos o no absorbidos presentes en la luz intestinal funcionan como sustratos para los patógenos intestinales (principalmente E. coli).

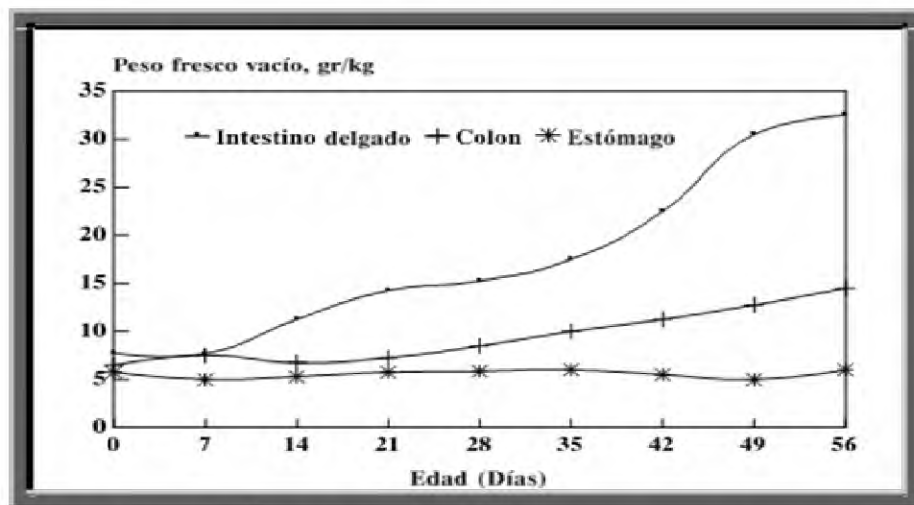
Se puede pensar en el tubo digestivo es un tubo revestido de mucosa que va desde la boca hasta el ano y es responsable de la digestión y absorción de los alimentos. Este sistema es responsable de la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes en el cuerpo (Gómez, 2006, p.34 y Argenzio, 2004). El tubo digestivo recibe una serie de secreciones que contienen principalmente enzimas como proteínas, amilasas, sacarosas| y lipasas, que hidrolizan diversos componentes alimentarios, proteínas, almidón, azúcares y grasas (Cranwell, 1985). No todos los carbohidratos potencialmente digeribles se absorben en el intestino delgado, y hasta 20 litros de almidón dietético pueden ingresar al intestino grueso, que es fermentado por las bacterias del colon (como ocurre con la fibra dietética fermentable), lo que da como resultado una cadena corta. Ácidos grasos corto (butirato, propionato, acetato y lactato), hidrógeno, dióxido de carbono y metano, en esta fermentación produce ácidos grasos de cadena corta, gases como hidrógeno,

los cuales pueden tener efecto significativamente en la salud intestinal (García, 2007).

1.2. Composición de la micro Flora intestinal del lechón

El tubo digestivo del lechón en el momento del nacimiento es estéril. Normalmente, los lechones se encuentran estériles o exentos de microorganismos en el útero de la cerda, aunque algunos patógenos como el virus del PRRS puede afectar a los lechones en el útero materno. En el caso del destete la causa responsable es el estrés al que se somete al lechón en los días posteriores al mismo (separación física de la madre, cambio de ubicación, mezcla de varias camadas, cambio en la alimentación), ello va a provocar una rápida colonización del aparato digestivo del lechón por parte de microorganismos patógenos tales como: E. coli enterotoxigénicas, Salmonella, Campylobacter, Clostridium perfringens, protozoos como Cryptosporidium o virus como rotavirus, adenovirus, coronavirus o el virus de la gastroenteritis trasmisible (Franco, 2004).

Figura 1. Desarrollo del aparato digestivo del lechón hasta las ocho semanas de edad.



¹ Nota. Adaptado de Dialnet, por Gomez Insuasti, Arturo Samuel, Vergara Collazos, Diego, Argote, Francisco, el 1 de enero, 2008 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117785>).

La colonización de bacterias como los Lactobacilos y los Estreptococos (*Lactobacillus fermentum* y *Streptococcus salivarius*) en el estómago está controlada por la secreción de ácido clorhídrico, manteniendo un pH relativamente bajo. Por eso esta colonización en el lechón lactante tarda un poco en llevarse a cabo, aunque la producción de ácido láctico por parte de algunas bacterias puede contribuir a mantener este pH bajo (Casewell et al., 2003). En definitiva, la actividad metabólica y la presencia física de esta población microbiana saprofítica provee al lechón de una resistencia a la colonización de bacterias presentes en el ambiente y que son potencialmente peligrosas (2006).

Factores que influyen en el crecimiento

- **Dieta:** la composición de los nutrientes y los productos derivados de su digestión pueden alterar la composición de la flora intestinal y su actividad metabólica.
- **Secreciones biliares:** la presencia de estas secreciones favorece el crecimiento bacteriano, principalmente de la bifidobacteria.

1.3. Los ácidos orgánicos

Desde el punto de vista bioquímico, en los ácidos orgánicos es visible la presencia de un grupo carboxilo en su esquema molecular, su solubilidad en agua y su carácter de ácido débil. Matías (2020) señala que algunos ácidos orgánicos como el ácido cítrico, acético y propiónico son importantes en la alimentación humana y se utilizan como conservantes alimenticios, produciendo una rápida acidificación del medio. Adicionalmente, el mismo autor señala que estos ácidos confieren también color, olor y sabor a los alimentos y bebidas.

Es importante conocer que la eficiencia de un ácido orgánico para inhibir el crecimiento de un microorganismo depende de su valor pKa, que describe el valor de pH en el cual el 50% del ácido está disociado. Adicionalmente, el ácido orgánico sólo tiene poder antimicrobial si se encuentra en su forma no disociada, pudiendo así atravesar la pared celular de las bacterias y hongos y modificar su metabolismo (Matías, 2020). Eso se traduce en que la eficacia antimicrobiana del ácido orgánico es más fuerte en condiciones ácidas (como en el estómago) y es reducida en pH neutro (como en el intestino), por lo tanto, cuanto menor sea el valor pKa del ácido orgánico, mayor será su efecto sobre la reducción del pH y menor será su efecto antimicrobiano en las porciones más distales durante su tránsito en el tracto digestivo (Barba, 2019).

Los ácidos orgánicos pueden reemplazar eficientemente a los promotores de crecimiento tipo antibióticos en la alimentación de las aves y cerdos. Entre los acidificantes se encuentran los ácidos orgánicos, los cuales son sustancias que poseen al menos un grupo carboxilo (-COOH) en su molécula (Penz, 2013). A esto Carro y Ranilla, 2002), aseguran que estos ácidos pueden considerarse sustancias seguras, ya que no abandonan el tracto digestivo y por ello no dejan residuos en los productos animales.

1.4 Desarrollo de acidificantes en porcinos

El empleo de los acidificantes en la alimentación porcina data desde el año 1962. Desde un punto de vista puramente físico, los ácidos actúan bajando el pH del contenido intestinal, lo cual presenta interés en varios alimentos para animales jóvenes.

En efecto el animal precozmente es deficitario en la producción de ácido clorhídrico hasta aproximadamente los dos meses de edad. Manners et al. (1962) encontraron que el pH de unos lechones totalmente normales arrojó un valor medio de 3.4, con máximos de 5.8, desde los 10 días de edad. Estos resultados concuerdan con los de (Lewis et al., 1858) que encontraron un pH gástrico comprendido entre 3.4 y 4.2 en lechones de un día a cinco semanas de edad.

Según Ly y Lemus (2008) uno de los primeros experimentos que mostró una independencia de significación entre diferentes rasgos de comportamiento e índice digestivos fue el de Siers en 1975.

Dicho experimento se basa en el consumo de alimento como la ganancia diaria promedio estaban negativamente correlacionados con los índices de digestibilidad, lo que se interpretó como que los cerdos de crecimiento más rápido que consumían más alimento no digerían la ración tan completamente como los cerdos en crecimiento. Según Siers (1975) esta relación no deseada puede explicarse por el hecho de que puede haber una correlación negativa entre la fracción que pasa por el tubo digestivo y la fracción que se digiere y se absorbe.

Los acidificantes (ácidos orgánicos e inorgánicos), según Sarra y Trovatellil, (1990) han sido ampliamente usados en los últimos años por su efecto positivo en la salud de los lechones, concretamente a nivel intestinal y, por ende, en la eficiencia productiva. su uso se recomienda porque favorecen la presencia de microorganismos beneficiosos en el intestino de los animales, reduciendo la mortalidad y mejorando el bienestar general y por tanto la productividad de la ganadería.

Por su parte, Tacconi (2020) expone que, los acidificantes pueden considerarse como alternativa a los antibióticos promotores del crecimiento porque:

- Crean condiciones propicias para el crecimiento de bacterias beneficiosas.
- Reducen la capacidad tampón del alimento y ayuda a reducir el pH, favoreciendo la transformación de pepsinógeno en pepsina y, por consiguiente, aumentando la digestibilidad de la proteína.

- Previenen la ocurrencia de diarrea y otros trastornos intestinales.
- Mejoran el desempeño de los animales.

1.5. Probióticos y Prebióticos

Según los investigadores Cummings y Macfarlane (2002), el efecto de los probióticos es estimular selectivamente el crecimiento de bifisobacterias y lactobacilos en el intestino y, por los tanto, aumentar la resistencia natural del cuerpo a los patógenos invasores. A través de la fermentación en el intestino grueso, los carbohidratos prebióticos producen ácidos grasos de cadena corta, estimulan el crecimiento de muchas especies bacterianas además de los efectos selectivos sobre los lactobacilos y las bifidobacterias, también pueden producir gas (Corso et al., 2015).

1.5.1. Probióticos

El término "probiótico" incluye toda una gama de cultivos vivos de una o más especies microbianas que cuando se administran como suplemento a los animales, tienen un efecto beneficioso sobre ellos cambios en la población de microbios en su tracto digestivo. La mayoría de las bacterias utilizadas como probióticos en animales de granja pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque

también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*) (Carro, 2002).

Los probióticos (microbios alimentados directamente: DFM) están diseñados para usarse como aditivos alimentarios. Los investigadores han encontrado muchos efectos beneficiosos al mejorar el equilibrio microbiano intestinal en el ganado. Las funciones de los probióticos en el tracto gastrointestinal (GIT) incluyen: competir con las bacterias patógenas por los nutrientes intestinales; competir con los patógenos por los sitios de unión en el epitelio intestinal; producir compuestos tóxicos para los patógenos y estimular el sistema inmunológico. Las aplicaciones de probióticos ofrecen una posible estrategia alternativa al uso de antibióticos en el ganado (Barba, 2019).

En cerdos, el uso de probióticos ha demostrado mejorar los parámetros productivos en diversas fases de la producción (Lázaro et al., 2005). Adicionalmente, se ha evidenciado que el uso de *Bifidobacterium lactis* HN019 y *Enterococcus faecium* disminuyen la presentación de diarreas en lechones asociadas a rotavirus y *E. coli* (Shu et al., 2001; Taras et al., 2006); efecto que ha sido además demostrado con bacterias como *Lactobacillus gasseri*, *L. reuteri*, *L. acidophilus* y *L. fermentum* (Huang, 2004).

Se ha demostrado que las bacterias probióticas pueden transferirse de las cerdas a los lechones a través del contacto con las heces antes de que comiencen a consumir alimentos sólidos (Taras et al., 2005; Giraldo et al., 2015), que promueve el desarrollo de la inmunidad intestinal y la actividad proliferativa de las cucarachas (Giraldo et al., 2015), que aumenta la densidad de las vellosidades intestinales (Enrique et al., 2005; Castillo et al., 2007), que desencadena la fermentación.

Actividad colónica a través de los componentes de la dieta (Casewell M, 2003), que promueve el crecimiento y desarrollo de los lechones.

Considerando el efecto de los probióticos sobre la fisiología intestinal, es necesario aplicarlos en puntos críticos de la porcicultura para beneficiar al productor. La gestación, la lactancia y el destete son puntos críticos en la producción ya que la cerda sufre cambios fisiológicos para satisfacer las necesidades de los lechones.

1.5.2. **Prebióticos**

La investigación prebiótica pionera se llevó a cabo en Japón y se centró en identificar ciertos componentes de la leche materna que promueven el crecimiento de las bifidobacterias, los microorganismos que mantienen a los cerditos sanos. En dicho estudio se encontró que ciertos oligosacáridos tienen actividad prebiótica, y se buscaron sustratos específicos para las bifidobacterias. Sobre esto, Velasco et al. (2006) opinan que los prebióticos son sustancias parcialmente digeribles que se encuentran en los alimentos. Los oligosacáridos no digeribles en general, y los fructooligosacáridos en particular, son prebióticos: pueden estimular el crecimiento de bifidobacterias y lactobacilos, que dominan el intestino después de una breve administración de prebióticos (Rondón, 2013).

Punzalan (2000), encontró que la adición de β -glucanos o carbadox a la dieta mejora la respuesta de los lechones destetados durante las fases de crecimiento y crecimiento. Indica que los β -glucanos mejoraron ligeramente la ganancia diaria promedio en todas las etapas de producción y finalización en comparación con otros tratamientos dietéticos.

II. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Agropecuario de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, ubicado en el corregimiento de Chiriquí, localizado a los 8°23'15.12" de latitud norte y 82°19'47.48" de longitud oeste y con una elevación de 26 msnm. Se utilizarán 45 cerdos mixtos (hembras y machos) con una edad promedio de 28 días de edad y serán aleatoriamente asignados a tres tratamientos dietéticos con tres repeticiones por tratamiento y cinco cerdos por repetición.

Los tratamientos para cada fase fueron: CP) formulado para suplir los requerimientos nutricionales establecidos por la NRC, (2012); CN) Similar a CP con una reducción de 10% de proteína cruda total. PZ) similar a CN, más la adición de 0.55 % de una mezcla de Acido Orgánico con aceites esenciales (Tabla 1). Los tratamientos descritos fueron aplicados en la fase 1 y fase 2, con una duración de 14 días/fase. Los cerdos utilizados fueron tratados con los mismos protocolos de sanidad y manejo.

El peso corporal de cada cerdo fue tomado al inicio del experimento (d0) y al final de cada fase (d14, d28,) para así determinar la ganancia promedio diaria (Lb/día). También, el alimento no consumido del comedero será pesado al final de cada fase (d14, d28) para determinar el consumo de alimento promedio por día (Lb/día). Ambos valores (ganancia de peso y consumo de alimento diario) fueron

utilizados para determinar la relación ganancia: consumo de cada tratamiento por fase.

Además, un cerdo de cada corral teniendo un peso cercano al promedio del peso de todos los cerdos fueron utilizado para colectar una muestra de sangre vía vena yugular y almacenada en un tubo de 2 ml K2-EDTA (BD Vacutainer, Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, NJ). Muestras de sangre fueron procedas entre 2-4 horas luego de la colección para determinar la cantidad de urea en la sangre a través de un sistema de química analítica (Fujifilm, China).

Se determinó la consistencia fecal como un indicador de diarrea siguiendo la escala propuesta por Hu et al. (2012), donde 1 = heces duras, 2 = firmes y bien formadas, 3 = heces blandas y parcialmente formadas, 4 = heces sueltas semilíquidas y 5 = heces acuosas.

Todos los datos se ingresaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® 2021 para su procesamiento y depuración. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS 9.3®. Se utilizó un diseño completamente al azar, y las medias fueron contrastadas mediante un análisis de varianza (ANOVA) con comparación de medias. Estadísticamente, valores de $p < 0.05$ fueron considerados como diferencias, mientras que valores de $p < 0.10$ como una tendencia a diferir.

Tabla 1. Perfil calculado de las dietas experimentales.

Ingredientes	Fase 1			Fase 2		
	CP	CN	AO	CP	CN	AO
Maíz	50.80	54.00	53.45	53.20	58.22	56.96
Soya	35.96	31	30.8	33.53	28.26	28.29
Pul. de Arroz	2.44	2.8	4.36	4.57	4.57	4.62
Melaza	2.45	3.34	2.02	2.4	2.27	2.45
Aceite de Palma	4.83	5	5	3.16	3.14	3.64
Sal	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
Fosfato M-diCa	1.49	1.56	1.56	1.25	1.38	1.39
CaCO ₃	0.98	0.98	0.98	0.85	0.85	0.85
Premix Vit-Min	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Luctacid	0	0	0.55	0	0	0.55
L- Lisina	0.27	0.44	0.44	0.19	0.36	0.36
DL-Metionina	0.09	0.11	0.12	0.07	0.09	0.09
L-Treonina	0.01	0.09	0.09	0	0.08	0.08
Myco-AD A-Z	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
calculado						
Perfil químico						
MS	87	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1
EM (Kcal/Kg)	3400.1	3400.4	3400.97	3350.09	3350.69	3350.69
PC, %	21.1	19.26	19.26	20.1	18.26	18.26
Ca, %	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
P disp., %	0.65	0.65	0.65	0.6	0.6	0.6

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para el peso vivo, ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (C: G) en la fase 1 (F1), fase 2 (F2), y Fase general (F1&2). Sin embargo, numéricamente, los cerdos alimentados con el tratamiento AO mostraron mayor peso vivo final C: G que los cerdos de los demás tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre el desempeño productivo de cerdos.

Peso vivo (Lb)	Tratamientos			Valor <i>p</i>	
	CP	CN	AO	SEM	Valué
Día 0	16.02	15.97	16.93	0.206	0.133
Día 14	27.11	25.69	27.75	2.424	0.836
Día 28	42.38	39.75	43.65	1.782	0.403
GDP (Lb)					
F1 0-14	0.8	0.7	0.8	0.018	0.898
F2 15-28	1.09	1.05	1.14	0.28	0.946
F1 Y F2 0-28	0.96	0.95	0.85	0.065	0.505
CDA (Lb)					
F1 0 – 14	0.97	0.86	1.02	0.366	0.135
F2 15 – 28	3.2	3.08	3.22	0.68	0.405
F1 Y F2 0 -28	2.08	1.97	2.11	0.042	0.184
C:G					
F1 0-14	1.27	1.35	1.32	0.28	0.979
F2 15 -28	3.38	3.3	2.89	0.925	0.921
F1 Y F2 0 -28	2.33	2.33	2.1	0.337	0.863

GDP = Ganancia diaria de peso; CDA = Consumo diario de alimento; C: G Conversión alimenticia.

El uso de Ácidos Orgánicos en dietas de cerdos de inicio facilita el desempeño y fortalece el sistema digestivo del cerdo ayudándolo a que tenga una mejor digestión, reduciendo reacciones negativas para el animal (Carro y Ranilla, 2002). El concepto de promoción de crecimiento puede ser controvertido ya que en muchos países dicho concepto incluye no sólo el uso de antibióticos, sino también agentes anabólicos y hormonales capaces de modificar el metabolismo animal y aumentar la capacidad genética de crecimiento de los animales.

En el estudio de Suiryanrayna y Ramana (2015) se demuestra que los ácidos orgánicos también mejoran la digestibilidad total aparente del tracto y mejoran el rendimiento del crecimiento, esto les permite concluir que los ácidos orgánicos y sus sales aumentan la utilización de proteínas especialmente en cerdos destetados y mejoran los índices de producción.

En el estudio realizado se mostró que en el tratamiento de ácido orgánico obtuvo un mayor beneficio reduciendo índices de diarrea y mayor desarrollo del animal en comparación del peso en diferencias de los otros tratamientos. Los ácidos son especialmente útiles en lechones jóvenes, son efectivos frente a los microbios que causan problemas digestivos. Varias investigaciones frente a *Salmonella* y *E. coli* muestran que las combinaciones de ácidos pueden ser muy eficaces.

Generalmente se acepta que los ácidos orgánicos y sus sales reducen el pH del alimento y del estómago, aumentando la actividad de las enzimas proteolíticas y, por tanto, mejorando la digestión de las proteínas. Experimentos relevantes sugieren que los ácidos orgánicos mejoran la tasa de crecimiento y el índice de eficiencia alimenticia en lechones destetados y cerdos de engorde (Giannenas, 2006).

Tabla 3. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre el perfil hematológico de cerdos.

	Tratamientos				Pr > F		
	CP	CN	AO	SEM	Trt	Día	Trt x Di
RBC, x106/ μ	7.15	6.94	7.1	0.401	0.93	0.65	0.799
HGB, g/dL	10.72	10.27	11	0.491	0.6	0.3	0.7
HCT, %	35.07	33.62	35.52	1.55	0.68	0.06	0.83
MCV, fL	49.9	48.97	50.37	1.179	0.7	0.47	0.34
MCH, pg	15.22	14.9	40.9	14.51	0.4	0.34	0.43
MCHC, g/dL	30.42	30.4	31.47	0.322	0.09	0.01	0.76
WBC, x103/ μ L	26.00	18.42	16.2	4.534	0.343	0.122	0.267
Linfocitos, %	38.5	43.25	7.128	7.128	0.71	0.37	0.72
Monocitos, %	15.5	6.75	6.5	4.91	0.39	0.5	0.34
Neutrófilos, %	22.5	49.5	46	8.23	0.11	0.91	0.81
Eosinófilos, %	0	0.75	0.5	0.14	0.02	0.024	0.12

RBC: Células rojas de la sangre; HGB: hemoglobina; HCT: hematocrito; MCV: volumen corpuscular medio; MCH:volumen corpuscular de la hemoglobina; MCHC: Concentración de la hemoglobina corpuscularmedia; WBC:Células blancas de la sangre.

Se encontró tendencias a diferir ($p < 0.10$) entre los días de muestreo para el porcentaje de hematocritos, como también diferencias entre días ($p < 0.05$) y tendencia a diferir entre tratamientos ($p < 0.10$) para MCHC (Tabla 3). Adicionalmente, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos y días de muestreos para el porcentaje de eosinófilos. La concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC) es parte de un panel de pruebas llamado índice de glóbulos rojos. El rango de valores de referencia de MCHC es de 32-36 g/dl. Por lo tanto, en el estudio se dio un resultado medio de 31.47 g/dl con la

suplementación de AO, siendo numéricamente mayor que el resto de los tratamientos. Un MCHC alto indica una concentración de hemoglobina en los glóbulos rojos más alta de lo normal. Esto también puede deberse a diferentes tipos de anemia (Eldridge, 2022). Los eosinófilos son un tipo de glóbulo blanco que se libera como resultado de reacciones alérgicas enfermedades de la piel, infecciones parasitarias y fúngicas y enfermedades autoinmunes, así como algunos tipos de cáncer y trastornos de la médula ósea. (Zhao et al., 2023) muestra que el estudio histopatológico de la lesión es complicado debido a los artefactos que el escaldado provoca en el epitelio, pero se pudo observar la presencia de un intenso infiltrado inflamatorio perivascular con abundantes leucocitos polimorfo nucleares eosinófilos. Estos hallazgos son relativamente inespecíficos, pero son compatibles con una dermatitis por contacto. La presencia de eosinófilos también se puede relacionar con ectoparásitos ya sea picadura de insectos u otros parásitos de la piel. Diferencia entre los días de muestreo, no es evidente ninguna interacción tratamiento por día para ninguna. Esto indica que el tratamiento no tuvo ningún efecto significativo sobre estas variables sanguíneas.

Tomando en cuenta lo anterior es relevante destacar los planteamientos de Nguyen et al., (2020), donde una mezcla de OA, puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento del crecimiento, modular las poblaciones de bacterias intestinales y mejorar la salud intestinal, además de disminuir la emisión de gases, puede usarse como alternativa para reducir los niveles de en la dieta.

Tabla 4. Efectos de la suplementación de ácidos orgánicos sobre la concentración de nitrógeno ureico en sangre.

	Tratamientos				Pr > F		
	CP	CN	AO	SEM	Trt	Día	Trt x Día
Nitrógeno ureico	12.75	12.71	13.23	1.37	0.98	5.11	13.9

Nota. Elaboración propia

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la concentración de urea en sangre ($p > 0.05$; Tabla 4).

A pesar de ello, existen sugerencias como las de Braude et al., (2022) quienes indican que la medición de las concentraciones de urea en el plasma sanguíneo de cerdos en crecimiento alimentados dos veces al día puede ser de más valor para evaluar los requerimientos de aminoácidos y la eficiencia de la utilización de proteínas que la determinación de los cambios en la concentración de aminoácidos en el plasma sanguíneo, en este estudio no se vieron variaciones en la concentración de nitrógeno ureico en sangre entre los diferentes tratamientos.

Tabla 5. Efectos de la suplementación de ácidos orgánicos sobre el índice de consistencia fecal.

	Tratamientos				P-value
	CP	CN	AO	SEM	
Indicador de Consistencia Fecal	3.0	2.66	1.33	1.37	0.011

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) para el índice de consistencia fecal (Tabla 5). La consistencia fecal es evaluada como un indicador de salud digestiva en lechones luego del destete (solano et al., 2023) en este estudio mostro que los indicadores fecales entre los cerdos suplementados con AO y aquellos que recibieron la dieta control es un hallazgo relevante; la posible razón detrás de este beneficio es la mejor digestión de la proteína a nivel gástrico y el efecto antimicrobiano que ejercen los ácidos orgánicos a nivel intestinal. Un resultado del índice de consistencia fecal de 1 a 2 indica heces uniformes y bien formadas, mientras que las dietas agregadas al control y a los controles negativos produjeron una consistencia fácil. La utilización de suplementos como los ácidos orgánicos para mejorar la salud digestiva en cerdos es un enfoque prometedor y puede contribuir a optimizar el rendimiento y el bienestar de los animales Esta acción puede ayudar a reducir desórdenes digestivos, promover una flora intestinal saludable y prevenir infecciones gastrointestinales en los cerdos.

IV. CONCLUSIONES

La suplementación de ácidos orgánicos a una concentración de 0.55 %no ejerció diferencias notables en los parámetros productivos y el perfil sanguíneo en lechones durante el primer mes post- destete.

La utilización de ácidos orgánicos mejoró la salud intestinal de los cerdos a través de la reducción de la incidencia de diarrea.

V. RECOMENDACIONES

Utilizar un mayor número de unidades experimentales y diferentes dosis de inclusión de ácidos orgánicos sin reducción de proteína, y determinar su posible efecto en el desempeño productivo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Argenzio, R. A. (2004). General functions of the gastrointestinal Tract and Their Control. *Editad por William O Reece. 12th edition Corneil University Press. Ithaca, US., 381-390.*
- Barba, E. (2019). *Aplicaciones prácticas de los probióticos en la producción porcina.*
- Bosi, P. M. (2011). Feed supplemented with 3 different antibiotics improved food intake and decreased effects on intestinal microbiota. *Journal of animal science*, 4043-4053.
- Braude, R. F. (1974). Performance and blood plasma amino acid and urea concentrations in growing pigs given diets of cereals and groundnut meal and supplemented with graded amounts of L-ly. *Livestock Production Science.*
- Carro, M. R. (2002). *Aditivos antibióticos promotores de crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas.*
- Carro, M. y. (2002). Aditivos antibióticos promotores de crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas.
- Casewell M, F. C. (2003). The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal AA de los prebióticos. *Suplemento 2:S1, 45-51.*
- Castillo, M. M.-O. (2007). Changes in caecal microbiota and mucosal morphology of weaned pigs. . *Veterinary microbiology.*
- Corso, M. G. (2015). Prebiotic carbohydrates and their role in gut health. . *Journal of Digestive Health.*
- Cranwell, P. (1985). The development of acid and pepsin secretary capacity in the pig; the effects of age and weaning . *Studies in anaesthetized pigs. Br.*
- Cummings, J. H. (2002). Efectos gastrointestinales de los prebióticos.
- Elizondo, B. M. (2021). Evaluación del rendimiento productivo proveniente de dos sistemas de lactancia: COMPARTIDA E INDIVIDUAL DURANTE LA FASE DE DESTETE.
- Flores, L. G.-m. (2017). Influencias de dos aditivos en la respuesta productiva y sanitaria de cerdos en crecimiento-ceba. *Ciencia y Agricultura*, 65-73.
- Franco, L. D. (2004). Efectos de combinaciones de ácidos orgánicos sobre la microbiología gástrica de lechones en transición. *Archivos de Zootecnia* 53, 301-308.
- García, P. P. (2007). *Evaluación de la absorción y metabolismo intestinal.* Madrid: Nutr. Hosp. vol.22 supl.2.

- Giannenas, I. A. (2006). Organic acids in pig and poultry nutrition. . *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 51-62.
- Giraldo-Carmona, J. N.-S.-L. (2015). Probióticos en cerdos: resultados contradictorios. *Biosalud*.
- Gómez Insuasti, A. S. (2008). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. . *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 32-41.
- Gómez, A. (2006). El destete y la fisiología del lechón. . *I Seminario Internacional sobre sistemas sostenibles de producción en especies menores*. .
- Hu, C. H. (2012). Effects of montmorillonite–zinc oxide hybrid on performance, diarrhea, intestinal permeability and morphology of weanling pigs. . *Animal Feed Science and Technology*.
- Huang, C. Q. (2004). Effects of Lactobacilli on the performance, diarrhea incidence, VFA concentration and gastrointestinal microbial flora of weaning pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 401- 409.
- Kil, D. Y. (2011). Acidificantes dietario para cerdos recién destetados: revisión. *Rev Colom Cienc Pecua vol.24 no.3*.
- Král, M. N. (2013). Digestive challenges in piglets during weaning. *Journal of Animal Nutrition*, 123-135.
- Lázaro, C. C. (2005). Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.
- Lewis, C. J. (1958). Digestive enzymes of the baby pig. .
- Ly, J. y. (2008). Fisiología nutricional del cerdo. . *Universidad Autónoma de Nayarit*. .
- Manners, J. H. (1962). Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues in baby pig.
- Matías, C. (2020). Ácidos orgánicos, un soporte de la ciencia que mejora el desempeño animal.
- McCracken, K. J. (1993). Development of digestive function and nutrition/disease interactions in the weaned pig. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, 182-192.
- Morales H., E. (2008). Estrategia de manejo para reducir la mortalidad pre destete.
- Nguyen, D. H. (2020). Organic acids mixture as a dietary additive for pigs—A review. *Animals*.
- Penz, M. (2013). Efecto sobre la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. . *Rev Inv Vet Perú 2013*.

- Punzalan, C. R. (2000). Evaluation of beta-glucan, antibiotics, and antimicrobial alternatives on growth performance and immunological parameters in weanling pigs. .
- Quiles, A. J. (2008). Factores que influyen en el consumo de pienso en los cerdos.
- Reís de Souza, T. C. (2010). *Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la incidencia de diarreas posdestete en lechones*. Mexico.
- Rodríguez Cobos, D. (2016). *View mwtDTA, CITACION AND SIMILAR PAPERS AT CORE. ACUK. iN udca*. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/637/Diana>
- Rondón, a. J. (2013). Efecto probiótico de lactobcillus salivarius C65 en indicadores productivos y de salud de cerdos lactantes. . *Revista Cubana de Ciencias Agrícola*, 401-407.
- Sarra, G. y. (1990). Probiótica y Explotaciones ganaderas intensivas. .
- Shu, Q. Q. (2001). Probiotic treatment using Bifidobacterium latis HNO19 reduces wenlig diarrhea associated with rotavirus and Escherichia coli infection in a piglet model.
- Siers, A. (1975). Digestibility and growth rates in swine: A complex relationship. *Journal of Animal Science*.
- Suiryanrayna, M. V. (2015). A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. . *Journal of animal science and biotechnology*.
- Tacconi, A. (2020). Acidificantes: Una pieza del rompecabezas de la resistencia a los antimicrobios. . *Revista Biomin*.
- Taras, D. V. (2006). Performance, diarrhea incidence, and occurrence of Escherichia coli virulence genes during long-term administration of a probiotic Enterococcus faecium strain to sows and piglets. . *Journal of animal* .
- Vásquez, J. (2013). *Uso de probióticos. en la alimentación con suero de leche en cerdos al destete*. In *Universisas Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Agronomía y veterinaria*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193029815013.pdf>.
- Velasco, J. L. (2006). Alimentos funcionales para cerdos al destete. . *Veterinaria México*.