

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

EVALUACIÓN DEL TUBERCULO DE CAMOTE ENSILADO (*Ipomea batata L.*) EN LECHONES DESTETADOS

LINELL ANDREA MIRANDA LEZCANO

CIP. 4-810-1199

DAVID, CHIRIQUÍ
REPUBLICA DE PANAMÁ
2025.

EVALUACIÓN DEL TUBERCULO DE CAMOTE ENSILADO (*Ipomea batata L.*) EN LECHONES DESTETADOS

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNAMO ZOOTECNISTA**

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

**PERMISO PARA SU 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. CARLOS SOLIS. Ph.D

MIEMBRO

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2025

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, fuente de vida, sabiduría y fortaleza, por haber guiado mis pasos a lo largo de este camino académico. Su presencia ha sido mi sostén en cada desafío y la luz que ha iluminado mis decisiones.

A mis padres, Lidia Lezcano y Pedro Miranda, les debo el más profundo agradecimiento. Me llevaron de la mano desde el primer día que comencé mis estudios, mamá gracias por tu paciencia, por enseñarme desde leer y escribir en adelante, a mi papá por siempre estar presente y brindarme la mejor educación, por darme todo y nunca recibir un no, más bien un cuándo vas a terminar para verte ser una gran profesional. Su amor incondicional, sacrificios y apoyo constante me han impulsado a alcanzar cada meta. Gracias por creer en mí, por darme aliento en los momentos que creí no poder, cada regaño y consejo forjaron en mí el interés para seguir este camino. Estoy ansiosa de ver sus ojos al escuchar, Ingeniera Miranda Lezcano. Este logro también es suyo.

A mi asesor Richard, quien me dijo sí desde el día uno, dándome la oportunidad de afrontar una tarea y responsabilidad un tanto difícil, y que sin él no habría tomado nunca. A los profesores, químicos y trabajadores de la FCA, que me aconsejaron alrededor de todo este tiempo, quienes con paciencia y compromiso compartieron sus conocimientos y experiencia, gracias por sembrar en mí el interés por aprender, investigar y crecer profesionalmente. Profesor Carlos Solís, Licenciada Alexandra Samudio, gracias por esos extensos días en laboratorio, sus enseñanzas han dejado huellas duraderas en mi formación. A mis amigos, algunos presentes a mi lado y otros a distancia. Finalmente, agradezco por el futuro que se abre ante mí. Culminar esta etapa representa no solo el cierre de un ciclo, sino el inicio de nuevas oportunidades y responsabilidades. Confío en que todo lo aprendido será la base sólida sobre la cual construiré mis sueños y aportaré al desarrollo de mi entorno.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE GENERAL	IV
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE GRAFICAS.....	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
1. EL CERDO.....	3
1.2. GENERALIDADES DEL CAMOTE COMO ALTERNATIVA ALIMENTICIA EN LECHONES.....	3
1.3. BENEFICIOS DEL CAMOTE	4
1.3.1. BENEFICIOS DEL USO DE PAPILLAS COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN LECHONES LACTANTES	5
1.4. USOS DEL CAMOTE EN LA ALIMENTACIÓN PARA CERDOS.....	5
1.4.1. EL CAMOTE COMO ALIMENTO LÍQUIDO FERMENTADO PARA LECHONES.....	6
1.5. SALUD INTESTINAL DE LOS LECHONES	6
1.6. ECOLOGÍA GASTROINTESTINAL DE LOS LECHONES	7
1.6.1. DESORDENES DIGESTIVOS EN LECHONES.....	7
1.6.2 DIARREA EN LECHONES.....	8
1.6.3. COCCIDIOS.....	8
1.6.4. CLOSTRIDIOSIS.....	9
1.6.5. COLIBACILOSIS	9

1.7.	PROBLEMAS DIGESTIVOS EN LOS CERDOS AL DESTETE	10
1.7.1.	EL DESTETE Y LA FISIOLÓGÍA DIGESTIVA	10
1.8.	ESTRÉS NUTRICIONAL.....	11
1.9.	EL INTESTINO EN EL MOMENTO DEL DESTETE	12
1.10.	EFFECTO DEL CONSUMO DE ALIMENTO	13
1.11.	IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE ALIMENTO	13
1.12.	FACTORES RELACIONADOS CON EL ALIMENTO.....	13
1.13.	BENEFICIOS DE LOS PRE INICIADORES EN LECHONES	14
1.13.1	USO DE PAPILLAS COMO ALIMENTOS PRE INICIADORES EN LECHONES.....	15
III.	MARCO METODOLÓGICO	16
IV.	RESULTADOS.....	20
V.	CONCLUSIONES	30
VI.	RECOMENDACIONES.....	31
VII.	BIBLIOGRAFÍA	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional y valores de digestibilidad del tubérculo de camote.	4
Tabla 2. Escala de evaluación de olor y consistencia en fermentado de camote..	16
Tabla 3. Composición y perfil nutricional calculado de las dietas experimentales.	18
Tabla 4. Escala de consistencia fecal	18
Tabla 5. Resultados preliminares de la clasificación del olor y consistencia del tubérculo de camote fermentado solo, con yogurt o agua (Media $\pm$ D. estándar).	20
Tabla 6. Media $\pm$ desviación estándar del perfil nutricional del tubérculo de camote fresco y fermentado.....	21
Tabla 7. Media $\pm$ desviación estándar del perfil microbiológico y pH del tubérculo de camote fresco y fermentado.	23
Tabla 8. Efecto de la suplementación de peletizado o camote sobre el desempeño productivo de los cerdos.....	24
Tabla 9. Efecto de las diferentes dietas evaluadas sobre la consistencia fecal. ...	26
Tabla 10. Efecto de las dietas evaluadas sobre el perfil sanguíneo de los cerdos.	28
Tabla 11. Costo de dietas experimentales.	29

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Proyección del consumo de alimento de lechones de ambos tratamientos durante el periodo experimental.	25
Grafica 2. Proyección de la consistencia fecal de lechones de ambos tratamientos durante el periodo experimental.....	27

EVALUACIÓN DEL FERMENTADO LÍQUIDO DE CAMOTE (*IPOMOEA BATATA L.*) EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y SALUD INTESTINAL DE LECHONES

Linell A Miranda L.

2025

RESUMEN

El periodo de destete en cerdos conlleva cambios alimentarios bruscos, de la leche materna cual es palatable y digestible, a un alimento concentrado de origen vegetal con una textura dura y no palatable, generando una alta incidencia de diarreas y afectando negativamente el crecimiento. La presente investigación evaluó el uso del tubérculo fermentado de camote (*Ipomoea batata L.*) como complemento a la dieta de lechones durante los primeros 10 días posterior al destete. Previo a la evaluación experimental de la suplementación del tubérculo fermentado de camote a los cerdos se realizaron pruebas preliminares para determinar características de olor, consistencia, pH, perfil nutricional y microbiológico del tubérculo fermentado de camote. Posterior a las etapas preliminares, se seleccionaron 16 cerdos con 21 días de vida (6.14 ± 0.05 Kg de peso vivo), y fueron asignados a dos tratamientos con cuatro repeticiones (corral) por tratamiento. Los tratamientos fueron: 1) Peletizado: Alimento pre-iniciador peletizado, y 2) fermentado de camote: mezcla de 30% alimento pre-iniciador peletizado + 22% harina de soya + 48% de fermentado de camote. Se determinaron las variables de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Adicionalmente se tomaron muestras de sangre y heces para determinar el efecto de cada tratamiento sobre la salud intestinal y perfil hematológico. Los resultados de peso vivo (PV), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) fueron contrastados mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U. El consumo de alimento diario, la consistencia fecal y el perfil hematológico fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA). Los resultados preliminares mostraron que el camote fermentado sin adición de agua o yogurt tuvo el mejor índice de olor y consistencia en comparación a aquellos con yogurt o agua. Adicionalmente, Se encontró una reducción en el pH y en el conteo total de bacterias, coliformes totales, coliformes fecales y levaduras en muestras fermentadas versus muestras fresca. En cuanto al desempeño en los animales, el grupo de cerdos suplementados con camote tuvo un mayor consumo de alimento ($p= 0.043$) y tendencia a mayor ganancia de peso ($p= 0.08$), sin comprometer la consistencia fecal ($p< 0.05$) ni las variables del perfil sanguíneo ($p> 0.05$). El fermentado de camote resultó ser un alimento palatable para los cerdos, favoreciendo el consumo voluntario, sin influir negativamente sobre la consistencia fecal. Podemos resaltar, que la inclusión parcial de camote fermentado en la dieta es una opción viable para mejorar reducir los problemas digestivos y reducciones en el crecimiento durante el periodo de transición lactancia-destete en sistemas de producción a pequeña escala.

Palabras clave: ácido láctico, alimentación alternativa, camote fermentado, ganancia de peso, lechones destetados, producción porcina, salud intestinal.

EVALUACIÓN DEL FERMENTADO LÍQUIDO DE CAMOTE (IPOMOEA BATATA L.) EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y SALUD INTESTINAL DE LECHONES

Linell A Miranda L.

2025

ABSTRACT

The weaning period in pigs involves abrupt dietary changes, from maternal milk, which is palatable and digestible, to a concentrated feed of plant origin with a hard and unpalatable texture, generating a high incidence of diarrhea and negatively affecting growth. This research evaluated the use of fermented sweet potato tuber (*Ipomoea batata* L.) as a supplement to the diet of piglets during the first 10 days after weaning. Prior to the experimental evaluation of the supplementation of fermented sweet potato tuber to pigs, preliminary tests were performed to determine the characteristics of odor, consistency, pH, nutritional and microbiological profile of the fermented sweet potato tuber. After the preliminary stages, 16 pigs with 21 days of age (6.14 ± 0.05 kg of live weight) were selected and assigned to two treatments with four replicates (pen) per treatment. The treatments were: 1) Pelleted: pelleted pre-starter feed, and 2) fermented sweet potato: a mixture of 30% pelleted pre-starter feed + 22% soybean meal + 48% fermented sweet potato. The variables of feed intake, weight gain, and feed conversion were determined. Additionally, blood and fecal samples were taken to determine the effect of each treatment on intestinal health and hematological profile. The results of live weight (PV), daily weight gain (GDP), and feed conversion (CA) were compared using the nonparametric Mann-Whitney U test. Daily feed intake, fecal consistency, and hematological profile were evaluated using analysis of variance (ANOVA). Preliminary results showed that sweet potatoes fermented without the addition of water or yogurt had the best odor and consistency index compared to those fermented with yogurt or water. Additionally, a reduction in pH and total bacteria counts, total coliforms, fecal coliforms, and yeasts was found in fermented samples versus fresh samples. Regarding animal performance, the group of pigs supplemented with sweet potato had higher feed intake ($p= 0.043$) and a tendency toward greater weight gain ($p= 0.08$), without compromising fecal consistency ($p< 0.05$) or blood profile variables ($p> 0.05$). Sweet potato fermentation proved to be a palatable feed for pigs, favoring voluntary consumption without negatively influencing fecal consistency. It is worth highlighting that the partial inclusion of fermented sweet potato in the diet is a viable option to improve and reduce digestive problems and growth reductions during the lactation-weaning transition period in small-scale production systems.

Keywords: alternative feeding, fermented sweet potato, intestinal health, lactic acid, swine production, weight gain, weaned piglets.

I. INTRODUCCIÓN

La edad del destete en cerdos ocurre aproximadamente 21 días luego del nacimiento, donde los mismos se ven forzados en corto plazo a enfrentar nuevos entornos sociales, ambientales y como también a un abrupto cambio de dieta, de líquida como la leche a sólida como el alimento concentrado, causando un estrés severo que provoca trastornos digestivos, desequilibrio en la flora intestinal y mortalidad (Campbell *et al.*, 2013; Gresse *et al.*, 2017). Estos cambios fisiológicos afectan en primera instancia la adecuada proliferación y establecimiento de la microflora bacteriana benéfica a lo largo de la zona de absorción nutricional (Boudry *et al.*, 2004; Gresse *et al.*, 2017; Wei *et al.*, 2020), esto permite la dominancia de bacterias patogénicas, las cuales generan daños significativos en la integridad de la membrana intestinal (Rhouma *et al.*, 2017; Gan *et al.*, 2019).

Dichos efectos dan cabida a la aparición del síndrome de diarrea post destete (Liu *et al.*, 2008) llevando a pérdidas económicas por la alta tasa de mortalidad o por un crecimiento retardado durante el ciclo de ceba. Con base en la problemática expuesta, responsable de grandes pérdidas económicas en el sector porcino, la industria nutricional ha desarrollado alimentos peletizados para lechones con el objetivo de estimular el desarrollo y adecuación de una microflora y sistema digestivo fortificado y preparado para el momento del destete (Middelkoop *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2021). Sin embargo, los altos costos del mismo, debido a los problemas económicos globales y la demanda de granos que se vive actualmente (Afonso *et al.*, 2020) limita su uso en granjas de pequeños productores. Adicionalmente, los antibióticos como promotores de crecimiento son utilizados en las dietas para cerdos luego del destete como una herramienta alterna para el control de bacterias patogénicas causantes de desórdenes digestivos (Barton, 2014). No obstante, el uso constante del mismo ha evidenciado causar resistencia bacteriana, y en consecuencia reduciendo la eficacia de los tratamientos médicos contra enfermedades bacterianas (Holmer *et al.*, 2019).

El camote (*I. batatas* L.) tubérculo con características agronómicas que permiten su cultivo en regiones tropicales (Pathleen y Lawrance, 2015), posee perfiles nutricionales ideales que hacen de este un complemento en la dieta de

humanos en muchas regiones (Scott *et al.*, 2000; Bovell, 2007). Sin embargo, en Panamá no existe actualmente una tradición de cultivo, ni de consumo amplio de este tubérculo. Nutricionalmente, el follaje de camote aporta de un 11-17% de proteína cruda y 8.8% y 3.6 % de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, respectivamente (Pathleen, 2008; Rodríguez, 2013). El tubérculo en cuanto a la parte energética contiene niveles de azúcares entre 8.3 a 31.6 % siendo principalmente sacarosa (Aliaga y Nieto, 2009; Grüneberg *et al.*, 2015) y almidones (55.0 a 71.5 %) (Grüneberg *et al.*, 2015; Solís, 2020).

Experimentalmente en Panamá, se han obtenido rendimientos productivos promedios de 67.0 ton frescas/ha (Batista, 2006). Debido a su alto contenido de azúcares (Pathleen y Lawrance, 2015), el tubérculo de camote posee propiedades nutraceuticas ideales para su transformación en yogurt o pasta húmeda (Donkor *et al.*, 2020). Esta cualidad hace que el tubérculo de este cultivo sea una posible fuente nutricional económica para la alimentación porcina, como también una ventana comercial para los productores agrícolas. Basado en lo dicho anteriormente, se hace necesario evaluar el tubérculo de camote ensilado fermentado (*Ipomoea batata L.*) sobre el desempeño productivo de cerdos posterior al destete.

II. MARCO TEÓRICO

1. El cerdo

Después de muchos años que el porcino se usó para la humanidad, como una de las fuentes de proteína y grasa, posteriormente a la domesticación del cerdo se le cría de manera extensiva, considerando que en los últimos diez años la producción de cerdos se intensificó a nivel mundial en un 140% desde 1960. Los cambios realizados se los asocia a las nuevas demandas del mercado en los cuales se priorizaron los cortes magros debido a eso se empezó a seleccionar animales por características de la canal, eficiencia productiva y reproductiva (Cevallos, 2022).

Los primeros relatos de domesticación del cerdo aparecen hace miles de años, esto y el constante aumento del número de cerdos hasta hoy en día, y su intensivo mejoramiento genético comprueban que este animal siempre ha sido una base fundamental en la dieta del hombre, su carne es una fuente de proteína vital en casi todo el mundo. Las características de crecimiento y reproductivas que posee el cerdo lo hacen superior y muy atractivo para su crianza y manejo (Pond y Maner 1974).

La industria porcina, actualmente, presenta una transformación acelerada producto de una demanda creciente y de una tecnología cada vez más avanzada por lo que el porcicultor tiene que estar listo para afrontar nuevos retos y ser más eficiente y productivo (Cordero, 2005).

1.2. Generalidades del camote como alternativa alimenticia en lechones

El camote, también es conocido como batata, boniato, patata dulce y corresponde a la familia Convolvulaceae. El camote se originó en Mesoamérica, concretamente en la zona de la península de Yucatán en México hasta la salida del río Orinoco en Sudamérica, lo cual es demostrado por el hallazgo de restos arqueológicos de camote en las costas peruanas, cuya fecha es de aproximadamente 8,000 a 10,000 años, A.C. Pino *et al.* (2017).

El camote es una raíz tuberosa comestible con un alto contenido de antioxidantes, gran valor vitamínico y proteico. Es un alimento de alta energía (Grüneberg *et al.*,

2015), debido al elevado contenido de carbohidratos totales. El contenido de almidón varía de 50 a 70% de materia seca. Es una fuente excelente de carotenoides de provitamina A. También es una fuente de vitamina C, potasio, hierro y calcio (Cevallos, 2022). Según Rubio y Túquerres (2012), la composición media de 100 g de materia fresca de camote Dom *et al.* (2017), y digestibilidad Díaz *et al.* (2012) es según lo reportado en la siguiente tabla.

Tabla 1. Composición nutricional y valores de digestibilidad del tubérculo de camote.

Materia fresca	Valores/100 g	digestibilidad	Valores, %
Humedad	70%	Materia seca	80-90%
carbohidratos totales	26.1 %	Energía bruta	75-85%
proteína	1.5%	Almidón	95%
lípidos	0.3%	Proteína cruda	60-70%
calcio	32 mg	fibra	40-55%
fósforo	39 mg		
hierro	0,7 mg		
fibras digeribles	3.9%		
energía	111 kcal		

1.3. Beneficios del camote

Se considera un alimento con bajos o casi nulos factores anti-nutricionales, el cual posee un alto valor nutricional. Debido a la particularidad del tubérculo se pueden aprovechar todas sus partes, tubérculo (raíz) y el follaje. Dentro del follaje; tallos, peciolo y hojas (Tique *et al.*, 2009). El follaje tiene mucha importancia en la alimentación de ganado lechero y otras especies zootécnicas (caprino, ovino, cuyes, conejos y porcinos) debido a su alto contenido de proteína el cual es aproximadamente de 16% (Ly, 2010), lo cual lo hace muy similar a la alfalfa en su concentración proteica, lo que hace que el animal aumente su producción de leche. Los tubérculos constituyen una fuente de almidón de 50-80 % que durante mucho

tiempo ha sido utilizada en la alimentación de cerdos en condiciones de cría intensiva o extensiva, fundamentalmente esta última en el trópico (Ly, 2010).

1.3.1. Beneficios del uso de ensilado fermentado como suplemento nutricional en lechones lactantes

Las papillas funcionan como un suplemento nutricional para lechones. El objetivo es disminuir el estrés del destete al continuar con una dieta líquida (de refuerzo) para lograr una mayor predisposición para el crecimiento post-destete al minimizar los problemas más comunes de esta etapa y su mayor energía en la dieta diaria (Quintero, 2023).

Se ha demostrado que la alimentación con papilla mantiene la integridad intestinal y mejora el estado metabólico de los cerdos recién destetados, debido a que el ensilado del tubérculo de camote presentado como alimento de iniciación durante la lactancia es otra manera de mejorar el rendimiento post destete, porque cuando los lechones son destetados, su sistema digestivo todavía está en desarrollo. Esto genera estrés, reducción en la ingesta de alimento y, como consecuencia, atrofia de las vellosidades intestinales, diarreas y bajo crecimiento. Al brindarle este sustituto, se mantiene la integridad intestinal debido a su textura y contenido de ácido láctico el cual actúa como agente antimicrobiano, facilitando la transición al alimento sólido, y mejorando el rendimiento productivo. (Mavromichalis, 2011).

1.4. Usos del camote en la alimentación para cerdos

El camote se utiliza de diversas formas como, pienso y productos procesados, y los usos principales varían según la región (Woolfe, 1992; Bovel- Benjamín, 2007; y Padmaja, 2009). En los países en desarrollo, este producto se cultiva principalmente para uso doméstico como alimento y para venderlo en los mercados locales para consumo fresco. El uso de las guías (follaje) así de raíces para la alimentación de cerdos es importante en China, Vietnam y Papua Nueva Guinea (Peters, 2004).

Este cultivo es muy importante principalmente en la alimentación de animales de abasto como porcinos y el ganado vacuno lechero debido a su alto contenido de proteína que es muy similar a la alfalfa.

Cevallos (2017), señala que muchas raíces, tubérculos, rizomas, etc., cuya característica común es la de poseer altos niveles de almidón, como el maíz, se vislumbran como fuentes de uso futuro en las raciones de animales. Uno de ellos es el camote, cultivado en diferentes medios ecológicos con fines de uso en la alimentación humana; sin embargo, tal como ocurre con la papa, una parte es descartada en su comercialización y empleada empíricamente en la alimentación de cerdos principalmente.

En las raíces y en los tubérculos andinos se pueden encontrar una gran cantidad de energía, lo cual se debe a su alto contenido de almidón. Tomando en cuenta que el almidón es uno de los implementos usados como dextrosa, alcohol, sorbitol, glucósido metílico etílico y ácido láctico (Espín *et al.*, 2015).

1.4.1. El tubérculo de camote como alimento ensilado fermentado para lechones

Ha sido demostrado que si se hace una mezcla de agua y cereales y se deja durante un tiempo, las bacterias del ácido láctico y las levaduras que están presentes en los cereales proliferan y producen ácido láctico, ácido acético y etanol, y reducen el pH (Smith, 1976; Russell *et al.*, (1996); Jensen y Mikkelsen, (1998); y Canibe *et al.*, 2001). Concentraciones altas de ácido láctico y bajo pH en el estómago de los cerdos es también considerado beneficioso porque la digestibilidad de la proteína puede mejorar y un medio con estas características previene la proliferación de bacterias patógenas por ejemplo, coliformes y Salmonella (Nout *et al.*, (1996); Geary *et al.*, 1999; Moran (2001); Knarreborg *et al.*, 2002).

1.5. Salud intestinal de los lechones

El sistema digestivo del lechón presenta algunas limitaciones, como secreción de enzimas insuficiente, ácido clorhídrico, bicarbonato y moco, factores que interfieren en la digestión y absorción de nutrientes adecuados (Lallès *et al.*,

2007). De acuerdo con (Brooks *et al.*, 2001), el 50% de los lechones destetados consumen el alimento hasta 24 horas después del destete, y el 10% empieza a alimentarse 48 horas después del destete. La digestibilidad menor de la dieta depende de la calidad de los ingredientes utilizados puede ser empleada como sustrato para la proliferación de bacterias patogénicas y resultar en problemas de salud y entéricos, como diarrea.

Desde el punto de vista anatómico-fisiológico, los lechones al nacer presentan un sistema digestivo poco desarrollado. Durante las primeras dos o tres semanas de vida, el patrón de producción de enzimas digestivas está adaptado para digerir la leche materna exclusivamente (Quintero *et al.*, 1997). De aquí partimos a observar una problemática que se presenta más frecuentemente de lo que podemos pensar. Los lechones recién nacidos toman todos los nutrientes necesarios, además de anticuerpos directamente de la leche materna, la cual es el elemento clave en las primeras semanas de vida del lechón. Aun así, aunque parezca innecesario, debemos proveerles un alimento adicional, incluso durante la etapa de lactancia (Tiscareño, 2020).

1.6. Ecología gastrointestinal de los lechones

La alimentación con ALF (alimentos líquidos fermentados) reduce el pH gástrico a valores de 4 o menores, lo que probablemente se deba a la alta concentración de ácido láctico presente en el estómago de lechones (Jensen y Mikkelsen, 1998; van Winsen *et al.*, 2001). Cerdos en crecimiento alimentados con alimentos líquidos fermentados con pH bajo y concentraciones altas de ácidos orgánicos son características consideradas beneficiosas porque inhiben el crecimiento de enterobacterias como coliformes y *Salmonella* (Canibe y Jensen, 2003).

1.6.1. Desordenes digestivos en lechones

Dentro de las patologías digestivas más frecuentes del lechón se encuentran: la colibacilosis, clostridiosis, coccidiosis y gastroenteritis por rotavirus, entre otras. Evitar la proliferación de microorganismos oportunistas y garantizar la salud

intestinal debe ser un aspecto prioritario durante el periodo de la lactancia y en los primeros días postdestete, ya que el rápido paso de enfermedad simple a deshidratación masiva y posterior muerte de los lechones, convierten a estos procesos en uno de los aspectos sanitarios que más preocupan a los técnicos y ganaderos (Quiles y Hevia, 2008).

1.6.2 Diarrea en lechones

Las enfermedades entéricas son un problema común en todas las etapas de la producción porcina. La diarrea es la manifestación clínica más común y su impacto económico es muy importante debido al incremento de la tasa de mortalidad y al retraso en un porcentaje considerable de lechones. El primer paso es identificar el agente etiológico en base a la sintomatología que manifiestan los animales con el fin de poder disminuir la incidencia de diarreas en lechones (Nava, 2019).

La diarrea se origina como consecuencia de la inflamación del tracto intestinal o debido a la alteración de los procesos de absorción o de secreción de las células que recubren el epitelio del intestino, así como, también, debido a desórdenes en la motilidad intestinal, entre las más comunes en lechones en la etapa de lactancia encontramos presencia de coccidiosis, colibacilosis y clostridiosis (Quiles y Hevia, 2008).

1.6.3. Coccidiosis

Es una parasitosis común en las explotaciones porcinas (Quiles *et al*, 2007). El género *Isospora I. suis* es la especie más representativa y se considera como el agente causal de la coccidiosis porcina más importante durante el periodo de lactación (Quiles *et al*, 2007). Se presenta en lechones jóvenes de 5-7 días de vida y hasta las 3 semanas de vida eliminan heces sueltas o pastosas, que huelen a leche ácida, son acuosas, blanquecinas, descienden el apetito, con retraso del crecimiento, deshidratación, ligera palidez de las mucosas y erizamiento piloso (Cordero del Campillo *et al*.1999).

1.6.4. Clostridiosis

Clostridium es una bacteria, protozooario de gran tamaño que produce esporas, se halla presente en el intestino de todos los cerdos. Se multiplica a gran velocidad y producen toxinas que matan rápidamente al hospedador. Los casos más crónicos presentan diarrea persistente durante una o dos semanas (Soriano, 2019). Los lechones tienen mal aspecto, pelo largo, flancos hundidos y diarrea amarillenta que mancha el periné y dura unos cuantos días. En ocasiones, las heces contienen mucus y algunas manchas de sangre o un color rosáceo.

La mortalidad es baja, pero los animales manifiestan un retraso considerable que se mantiene mucho tiempo y a veces no se recupera del todo. La infección la favorecen la suciedad de la paridera y especialmente la suciedad de la ubre de las cerdas, esto puede favorecer que el lechón se infecte con grandes cantidades de esporos al amamantarse (Carvajal y Rubio, 2009).

1.6.5. Colibacilosis

Es un proceso diarreico que afecta a los lechones lactantes en los primeros días de vida, provocado por la colonización de cepas patógenos de *Escherichia coli* (Quiles y Hevia, 2008).

La vía de entrada del *E. coli* es fecal- oral. Según Elanco (2019) “El lechón puede llegar a perder hasta un 40% de su peso corporal, en función de la pérdida de líquidos, como consecuencia de ello los lechones sufren una rápida deshidratación, acidosis metabólica e incluso una septicemia generalizada”.

Por otro lado, (Quiles y Hevia, 2008) sostiene que, el síntoma más evidente es la presencia de diarrea, una diarrea mal oliente, color blanquecino y acuoso, aunque, también, puede presentar un color amarillento, que depende de la ingesta y de la duración.

Esto quiere decir que las diarreas postdestete están ampliamente relacionadas con el repentino cambio de dieta, así como las infecciones gastrointestinales. Ambos factores promueven un desequilibrio en la composición de las poblaciones bacterianas, con un incremento de *E. coli*, que contribuye a la pérdida de la estructura intestinal (Rhouma *et al.*, 2017). La incidencia de estos

desórdenes digestivos postdestete genera grandes pérdidas económicas (Gresse *et al.*, 2017).

1.7. Problemas digestivos en los cerdos al destete

1.7.1. El destete y la fisiología digestiva

Según (Mccracken *et al.* 2010), durante las primeras 24 a 36 horas post destete se observan cambios en la mucosa del intestino delgado a nivel funcional y estructural, principalmente con atrofia de las vellosidades e hipertrofia de las criptas de Lieberkühn, y con una reducción de entre 20 y 30% del peso de este órgano. Aunado a ello, Dirkzwager *et al.* (2010) afirma que, algunos factores anti nutritmentales presentes en las proteínas de origen vegetal pueden causar reacciones de hipersensibilidad a nivel del epitelio intestinal, lo que agrave aún más la salud intestinal y su actividad enzimática. Se considera también que las alteraciones morfológicas de las vellosidades intestinales, con las pérdidas de enterocitos maduros ricos en enzimas digestivas, observadas en el periodo post destete, traen como consecuencia una disminución en la actividad de las enzimas del borde de cepillo.

A través de estudios moleculares se observó que inmediatamente después del destete, los niveles de ARN mensajero (ARNm) en el páncreas son bajos, por lo que hay una disminución en la síntesis de las enzimas pancreáticas en este periodo (Lallès *et al.* , 2004). Durante este periodo de baja síntesis, secreción y actividad de las enzimas digestivas, el proceso digestivo está altamente comprometido y los nutrimentos no digeridos y no absorbidos, presentes en la luz intestinal, sirven de sustrato para las bacterias enteropatógenas (*E. coli*, por ejemplo), hace que éstas proliferen y causen enfermedades diarreicas (colibacilosis) que pueden aumentar la morbilidad y la mortalidad en la etapa posdestete (Mccracken *et al.*, 1993).

La reducción de la producción de enzimas y la atrofia de las vellosidades intestinales provocan que el lechón no esté preparado para utilizar grandes cantidades de alimento, una vez que siente hambre y coma cantidades importantes de concentrado. Esta carga de nutrientes, sin digerir y sin capacidad de ser absorbidas, es en gran parte responsable de los problemas que se detectan en

animales destetados en situaciones prácticas complejas (Dong y Pluske, 2007; Pluske *et al.*, 2018). El principal problema durante la fase de cría es la incidencia de diarreas posdestete causadas en gran medida por *E. coli* enterotóxica (ETEC) que provoca retrasos del crecimiento, deshidratación y muerte de un alto porcentaje de animales. Dos factores claves a considerar en relación con esta problemática son la mejora de la uniformidad de la camada y el aumento del peso de los lechones al destete (Goodband *et al.*, 2006; Main *et al.*, 2014; Fondevila *et al.*, 2019). La falta de uniformidad de los lechones en una banda determinada ocurre siempre en camadas que han sufrido algún tipo de estrés.

1.8. Estrés nutricional

El tracto gastrointestinal del lechón experimenta muchos cambios en el período del destete. La ausencia de consumo de leche, la presentación de la dieta (seca o líquida), la invasión por microorganismos o la introducción de compuestos alergénicos en la dieta post destete, desencadena en estrés (Gomez *et al.*, 2006; Campabadal *et al.*, 1994). El cambio de una dieta altamente digestible (leche) y muy bien adaptada a las enzimas presentes en el tubo digestivo, a una dieta sólida a base de cereales no siempre adecuada a las necesidades de su aparato digestivo todavía inmaduro desencadena el estrés de origen nutricional Touchette *et al.* (2002).

La gran cantidad de alimento disponible en ciego y colon generan una intensa actividad microbiana principalmente enteropatógena (fermentación) y proliferación de las mismas, provocando procesos diarreicos que pueden llevar hasta la muerte del lechón (Daposa *et al.*, 2002; Lalles *et al.*, 2004; Produmix, 2004). Para minimizar este efecto, es importante que las fuentes proteicas que se incluyan en la dieta tengan una digestibilidad alta, garantizando una mayor absorción de nutrientes de manera que se reduzca en la medida de lo posible la llegada de nutrientes sin digerir al último segmento del aparato digestivo Gómez *et al.* (2007).

1.9. El intestino en el momento del destete

Supondremos que la estructura del intestino en el momento del destete es ideal y que el objetivo del programa de nutrición después del destete es alcanzar y mantener una estructura similar a aquélla lo antes posible. Antes del destete, las vellosidades son muy largas. Esto es debido a dos razones, en primer lugar la descamación de células durante la lactancia es mínima y, en segundo lugar, las células de las criptas son capaces de reemplazar las células de las vellosidades a la misma velocidad a la que se descaman (Rodríguez, 2016). Más importante todavía es que la relación entre la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas sea máxima, por lo que el gasto energético para mantener una adecuada altura de las vellosidades es mínimo. Hay numerosos estudios que han evaluado la morfología intestinal de lechones lactantes en las primeras 4-5 semanas de edad (Cera *et al.*, 1988; Dunsford *et al.*, 1989) en donde encontraron que la altura de las vellosidades se redujo al aumentar la edad de los lechones.

Sin embargo, Hampson (1986), Van Beers-Schreurs *et al.* (1998) y Zijlstra *et al.* (1996) observaron que la altura de las vellosidades no cambia durante el período de lactancia. Los estudios sobre la profundidad de las criptas son también poco consistentes, ya que Zijlstra *et al.* (1996) no encontraron cambios. Adicionalmente, Hampson, (1986) observó un aumento y Van Beers-Schreurs *et al.* (1998) y Dunsford *et al.* (1989) una reducción de la profundidad de las criptas a lo largo del período de lactancia.

En cualquier caso, las vellosidades son mucho más largas durante la lactancia que después del destete y las criptas no son generalmente tan profundas. Esto sugiere que hay un buen balance entre la descamación de las células del extremo de las vellosidades y la hiperplasia de las células de la cripta, lo que implica una relación óptima entre longitud de las vellosidades y profundidad de las criptas durante la lactancia.

El lechón es muy sensible a la presencia de factores anti nutricionales típicos de algunas fuentes proteicas vegetales (leguminosas) (Dunsford *et al.*, 1989), algunos carbohidratos complejos como las pectinas, que provocan fermentaciones indeseadas en el intestino grueso, los inhibidores de la tripsina, que dificultan la

digestión de la proteína, glicoproteínas como las lectinas, que se unen a las células de la mucosa intestinal y dificultan la absorción de los nutrientes, cantidad y calidad de fibra (Lallés *et al.*, 2004). Además el lechón suele presentar reacciones de hipersensibilidad a antígenos de los ingredientes vegetales en especial las leguminosas, que inducen cambios en la bilis del intestino, aumentan la secreción de mucus (incremento de pérdidas endógenas) que y desembocan finalmente en diarrea (Gomez *et al.*, 2006).

1.10. Efecto del consumo de alimento

Inmediatamente después del destete, hay un período de atrofia asociado a una disminución en el consumo, provocado por los efectos psicológicos que genera la separación de la madre, que puede resultar en una liberación de cortisona y otros factores estresantes inmunológicos que aparecen en lechones que no se destetan en un ambiente adecuado. Estas causas de estrés resultan en una disminución del consumo. Se recomienda incorporar a dietas para después del destete productos y derivados lácteos (Kelly *et al.*, 1991).

1.11. Importancia del consumo de alimento

El consumo de alimentos es extremadamente importante desde el punto de vista de la salud intestinal Diamond y Karosov (1983) revisaron este tema y observaron la importancia del ejercicio para prevenir la atrofia. En el caso del intestino más ejercicio equivale a más consumo de alimento y menos a consumos bajos o ayunas. Por tanto, el consumo conduce a un mayor crecimiento de la mucosa, mientras que en los períodos de consumo reducido, como ocurre después del destete, la mucosa se atrofia.

1.12. Factores relacionados con el alimento

A fin de mejorar la productividad del lechón y su capacidad de defensa ante la presencia de procesos patológicos, es importante asegurar consumos altos de concentrado inmediatamente después del destete, siempre en ausencia de procesos digestivos (Madec *et al.*, 1998; Le Dividich y Seve, 2000; Borrocoso *et al.*,

2015). Numerosos factores influyen en el consumo de pienso del lechón, incorporando la edad al destete, la producción de leche de la cerda, el estatus inmunitario, higiene, manejo de la granja y la nutrición. Entre los factores relacionados con la alimentación destacan:

- Presentación del pienso (gránulo frente a harina).
- Tamaño y uniformidad de las partículas (porcentaje de finos).
- Inclusión de ciertos ingredientes.
- Contenido en proteína bruta, fibra inerte y macrominerales del pienso.

Hoy día, en ausencia de antibióticos y óxido de zinc, no se buscan altos crecimientos como objetivo principal, sino reducir el exceso de nutrientes en intestino grueso, especialmente de aquellos elementos ricos en nitrógeno.

1.13. Beneficios de los pre iniciadores en lechones

Los alimentos pre iniciadores fueron diseñados para enseñar a los lechones a consumir alimento seco a partir de los 5 días de edad y continuar en el destete. Estos deben ser administrados con el concepto de “poco y frecuente”, en el cual se ofrece poco volumen de alimento, la mayor cantidad de veces al día (Sánchez, 2016). El consumo de alimento sólido durante la lactancia y luego del destete tiene efectos positivos en el desarrollo de la capacidad digestiva del lechón y ayuda a su adaptación a las nuevas condiciones de nutrición, manejo y ambiente (Moreira & Meza, 2018). Estos autores recomiendan que, para facilitar la digestión de los lechones destetados, es necesario incluir ingredientes altamente digestibles para brindar dietas con alta calidad nutrimental, entre ellos productos lácteos, como suero de leche, lo que facilita el desempeño digestivo y zootécnico del lechón.

La transición del alimento materno a alimento sólido debe ser lo menos estresante para el lechón y procurar pérdidas mínimas en cuanto a peso, por lo cual se utilizan pre iniciadores de excelente calidad. Es importante que los pre iniciadores sean fáciles de digerir para el lechón, con alto grado de absorción y que sean palatables, preparados con sustitutos lácteos, cereales, concentrados proteicos, vitaminas, minerales y aditivos (Gomez *et al.*, 2008).

Cuando el estrés generado por el cambio es inevitable, el consumo de pre iniciadores disminuirá los efectos negativos que produce el ayuno voluntario del

lechón combinado con el estrés social y ambiental que presentan (Gómez *et al.*, 2008). Por esta razón es necesario proveerles a los lechones un programa de alimentación antes del destete puesto que este ayuda al desarrollo del sistema digestivo y lo prepara para el cambio de alimento, además de permitir un mayor consumo de alimento en la etapa de post destete (Vallejo., 2005).

1.13.1 Uso de ensilado fermentado como alimentos pre iniciadores en lechones

Los ensilados fermentados funcionan como un suplemento nutricional para lechones. El objetivo es disminuir el stress del destete al continuar con una dieta líquida (de refuerzo) para lograr una mayor predisposición para el crecimiento post destete al minimizar los problemas más comunes de esta etapa y su mayor energía en la dieta diaria (Quintero, 2023).

III. MARCO METODOLÓGICO

La investigación se realizó en el Programa Porcino del Centro de Investigación Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (CEIACHI), ubicado en el corregimiento de Chiriquí, localizado entre los 8°23'15.12" y 82°19'47.48", con una elevación de 26 msnm. El proyecto conto con dos fases preliminares previas a la evaluación de la suplementación del tubérculo fermentado de camote a los cerdos.

Fase 1. Caracterización fermentativa de olor y consistencia.

Se utilizó la variedad de camote Taignum-66, el cual se cosechó a los 120 días después de la siembra y se obtuvo de una parcela en la región de Azuero. El camote fue triturado mediante una máquina de rodillo, lo que produjo un tamaño de partícula entre 0.1 y 0.3 cm de diámetro para facilitar su fermentación. Esta segunda prueba contempló tres tratamientos: 1) 100% de tubérculo de camote, 2) 75% tubérculo de camote + 25% yogurt natural; y 3) 75% tubérculo de camote + 25% agua. Se utilizaron tres replicas por cada tratamiento, y se mantuvo por 21 días el proceso de fermentación en recipientes de 4 kg para su posterior evaluación. Posterior a la evaluación preliminar, se seleccionó el tratamiento con mejores características fermentativas para su replicación y evaluación de características de olor y consistencia, como también la determinación del pH.

Se evaluó el índice de olor y consistencia según la metodología establecida por Meilgaard *et al.* (2006), descrita en la siguiente tabla:

Tabla 2. Escala de evaluación de olor y consistencia en fermentado de camote.

Olor	Consistencia
1: Olor muy leve	1: consistencia blanda y húmeda
2: Olor ligeramente ácido	2: consistencia suave
3: Olor moderado a fermentación	3: pastosa o cremosa, firme pero maleable
4: Olor fuerte a fermentación	4: semisólida, mantiene bien su forma al presionar
5: Olor desagradable o putrefacto	5: dura o seca, difícil de descomponer o compacta

Fase 2. Caracterización del perfil nutricional y microbiológico.

Posterior a la selección del tratamiento con mejor característica fermentativa, se procedió a realizar una nueva evaluación del proceso de fermentación donde se determinó el perfil nutricional y microbiológico antes y después del proceso de fermentación, el cual tuvo una duración de 21 días.

Para la determinación de la composición nutricional del camote, se tomaron muestras del camote recién molido y luego de 21 días de fermentación. Las muestras fueron pre secadas en un horno de convección mecánica a 60°C por 72 horas (Yamato DKN810, New York, USA) y molidas a un tamaño de partícula de 1 mm (Restsch GmbH & Co., Alemania) para posterior análisis del contenido nutricional. Las muestras molidas fueron colocadas en un horno a 105°C por 24 horas (40GC Lab. Oven; Quincy Lab. Inc.; IL, USA) para determinar el porcentaje de materia seca, y luego en un horno a 600°C por 3 horas (Thermolyne, Thermo Scientific, NC, USA) para la determinación de cenizas. Los niveles de minerales fueron determinados mediante espectrofotometría de absorción atómica (Analytik Jena -nov 400P, Alemania), mientras que el nitrógeno fue analizado a través de la metodología de Kjeldahl (Velp Scientifica, Alemania) para su posterior cuantificación del porcentaje de proteína total.

En cuanto al perfil microbiológico, el recuento de aeróbios mesófilos, coliformes totales, y el recuento de hongos y levaduras se realizaron mediante el método MC-MEDIA PAD Convenient Culture Media- Millipore (AOAC 091702/ AOAC 2019.02). El pH del camote fresco y el fermentado fue determinado con la ayuda de un Potenciómetro (Hanna Instrumenst Inc, Woonsocket, Rhode Island, 02895, USA).

Evaluación experimental de la suplementación de camote en los cerdos.

Se seleccionaron 16 cerdos destetados al día 21 de vida, con un peso vivo de 6.14 ± 0.05 Kg, asignados a dos tratamientos con cuatro repeticiones (corral) por tratamiento. Los tratamientos fueron: 1) Peletizado: Alimento pre-iniciador

peletizado, y 2) fermentado de camote: mezcla de 30% alimento pre-iniciador peletizado + 22% harina de soya + 48% de fermentado de camote.

Tabla 3. Composición y perfil nutricional calculado de las dietas experimentales.

Ingredientes	Tratamientos	
	Pellet, %	Camote, %
Pellet	100	30
Soya	0	22
Ensilado de camote	0	48
Perfil Nutricional Calculado		
Proteína Cruda, %	19.0	18.8
Energía Metabolizable, Kcal/Kg	3,400.0	3,375.0

La fase de evaluación de desempeño productivo (Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) se llevó a cabo desde el día 21 (destete) al día 31 de vida. Se registró el peso vivo de cada lechón al inicio del estudio y al final de la fase experimental. Adicionalmente, el consumo de alimento se registró diariamente. También, se evaluó el índice de consistencia fecal como indicador de diarrea según la metodología establecida por Hu *et al.* (2012).

Tabla 4. Escala de consistencia fecal.

Escala	Descripción
1	heces duras
2	heces firmes y bien formadas
3	heces blandas y parcialmente formadas
4	heces semilíquidas
5	heces acuosas

Para el análisis hematológico, se seleccionó un cerdo por corral para la colecta de sangre vía yugular y almacenó en un tubo de 2 ml K2-EDTA (BD Vacutainer, Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, NJ). Dichas muestras de sangre se

procesaron en un periodo de 1 a 2 horas luego de la colecta a través de un sistema de análisis hematológico (Mindray, BC-2800Vet, China) para determinar el perfil hematológico de los cerdos. Las muestras de sangre fueron colectadas al inicio del experimento (día 21 de vida) y final de la fase experimental (día 31 de vida).

Todos los datos fueron ingresados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® 2021 para su procesamiento y depuración. Los datos fueron sometidos a evaluación de los supuestos de normalidad Shapiro-Wilk's, para valorar normalidad, y a la prueba de Levene para evaluar homogeneidad de varianza. Los datos se analizarán con el paquete estadístico SAS 9.3®. Los resultados de peso vivo (PV) y ganancia de peso (GPV) fueron contrastados mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U. El consumo de alimento diario y el perfil hematológico fue evaluado mediante el análisis de ANOVA. Estadísticamente, valores de $p < 0.05$ fueron considerados como diferencias, mientras que valores de $p > 0.10$, como una tendencia a diferir.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La tabla 5 muestra los valores promedio $\pm$ desviación estándar del índice de olor y de consistencia para tres tratamientos preliminares del camote fermentado. Los valores más bajos para ambos índices fueron para el tratamiento camote + agua, seguido de camote + yogurt con valores intermedios y el mejor comportamiento fue para el tratamiento 100% camote, el cual mostro los valores más altos.

Tabla 5. Resultados preliminares de la clasificación del olor y consistencia del tubérculo de camote fermentado solo, con yogurt o agua (Media $\pm$ D. estándar).

Tratamiento Preliminar	Índice de Olor	Índice de Consistencia
100% tubérculo de camote	3.23 $\pm$ 0.20	4.16 $\pm$ 0.23
75% tubérculo de camote + 25% de yogurt.	2.83 $\pm$ 0.24	3.83 $\pm$ 0.23
75% tubérculo de camote + 25% de agua.	2.33 $\pm$ 0.23	2.83 $\pm$ 0.23

Esto concuerda con estudios en batata dulce, donde la fermentación con bacterias ácido-lácticas disminuye compuestos aldehídicos responsables de olores indeseables y genera mayor producción de ácidos y ésteres que aportan aromas frescos o frutales, donde se mejora la aceptabilidad global del producto Zhang *et al.* (2023).

Diversos estudios han demostrado que la fermentación de raíces y tubérculos como el camote mediante bacterias ácido-lácticas influye significativamente en sus características sensoriales y fisicoquímicas. Además, la acidez resultante de la fermentación mejora la textura del producto, haciéndola más uniforme y menos viscosa, lo que favorece su aceptabilidad Zhao *et al.* (2023).

Este trabajo aporta evidencia experimental sobre cómo diferentes tratamientos influyen las propiedades sensoriales del camote fermentado, particularmente en relación con el olor y la consistencia, parámetros clave para la aceptación por el animal.

La tabla 6 muestra el perfil nutricional del tubérculo de camote fresco y tubérculo de camote sometido a 21 días de fermentación. Podemos notar que no hubo cambios marcados en el perfil de minerales como fósforo, calcio y cobre. Sin embargo se nota, numéricamente, un cambio en el porcentaje de nitrógeno, con una reducción de 0.88% a 0.66% en las muestras frescas versus fermentadas, por ende afectando el porcentaje de proteína cruda final.

Tabla 6. Media $\pm$ desviación estándar del perfil nutricional del tubérculo de camote fresco y fermentado.

Variables,	Camote Fresco	Camote Fermentado
Materia Seca, %	21.28 $\pm$ 1.90	20.59 $\pm$ 2.10
Nitrógeno, %	0.88 $\pm$ 0.08	0.66 $\pm$ 0.10
Proteína Cruda, %	5.50 $\pm$ 0.08	4.10 $\pm$ 0.10
Fósforo, %	0.19 $\pm$ 0.03	0.20 $\pm$ 0.05
Calcio, %	0.15 $\pm$ 0.02	0.16 $\pm$ 0.03
Cobre, ppm	11.44 $\pm$ 2.45	10.76 $\pm$ 2.83

Según los resultados encontrados por Rodríguez (2013), el porcentaje de materia seca del tubérculo de camote fermentado fue de aproximadamente 25.32%, siendo valores superiores a los encontrados en este estudio. Adicionalmente, FEDNA (2019) reporta valores de minerales y micro minerales tales como fósforo, calcio y cobre de 0.14%, 0.11% y 8 ppm, respectivamente, siendo valores inferiores a los encontrados en nuestro estudio. Las diferencias entre los perfiles nutricionales del tubérculo de camote fermentado de los autores citados versus nuestros resultados pueden deberse a factores tales como variedad del camote utilizado, perfil nutricional del suelo y programa de fertilización utilizado, periodo de cosecha y niveles de precipitación pluvial durante el periodo de crecimiento y cosecha.

Tras analizar el recuento microbiológico del camote fresco y del camote sometido a fermentación, se observa una reducción significativa en la carga

microbiana total y la eliminación completa de microorganismos indicadores de contaminación (Tabla 7). Respecto al recuento total de bacterias, en el camote fresco, esta disminución refleja el efecto de la fermentación, favorece el crecimiento de bacterias beneficiosas y limita el desarrollo de microorganismos indeseables. Los coliformes totales y coliformes fecales presentes en el camote fresco desaparecieron por completo tras la fermentación. Esto evidencia un efecto de control microbiológico del proceso fermentativo, que mejora la inocuidad del producto final.

El conteo de hongos y levaduras, también se redujo después de la fermentación, lo que puede evitar posible desarrollo de micotoxinas. En conjunto, estos resultados destacan que la fermentación no solo modifica las características sensoriales del camote, sino que también actúa como una estrategia efectiva para reducir la carga microbiana y mejorar la seguridad alimentaria del producto final. La fermentación anaeróbica del camote provocó una reducción del 34.82% en el pH. Esta disminución está relacionada con la composición química del camote el cual contiene alrededor de 31 % de azúcares en su materia seca, lo que favorece la producción de ácidos orgánicos, especialmente ácido láctico, durante el proceso fermentativo.

Un pH más bajo es beneficioso porque mejora la conservación del producto al inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos. Además, en términos de salud digestiva, un ambiente ligeramente ácido favorece el equilibrio de la microbiota intestinal y reduce por ejemplo, el riesgo de diarreas en lechones, especialmente en etapas tempranas del destete.

Según López *et al.* (2019), fue encontrada una reducción de la carga bacteriana total de aproximadamente de 1.2×10^7 a 4.1×10^6 UFC/g tras fermentación láctica de camote. Valores estrechamente alineados a los obtenidos en este trabajo, dando como resultado 1.1×10^7 a 3.8×10^6 UFC/g, resultado que apoya la consistencia del proceso fermentativo controlado. En cuanto a los coliformes totales, los mismos autores encontraron una reducción de 2.0×10^6 UFC/g a menos de 10 UFC/g, mientras que en el presente estudio se eliminaron completamente (0 ± 0 UFC/g). Estos resultados confirman la efectividad de la fermentación para disminuir microorganismos indicadores de contaminación. Por otro lado, Zúñiga *et al.* (2017), en su trabajo de fermentación espontánea de yuca, informaron una disminución de hongos y levaduras de 3.0×10^3 UFC/g a menos de 10 UFC/g.

Tabla 7. Media $\pm$ desviación estándar del perfil microbiológico y pH del tubérculo de camote fresco y fermentado.

Variables	Camote Fresco	Camote Fermentado
Recuento total de bacterias, UFC/g	$1.1 \times 10^7 \pm 4.6 \times 10^6$	$3.8 \times 10^6 \pm 3.3 \times 10^5$
Coliformes Totales, UFC/g	$2.4 \times 10^6 \pm 1.6 \times 10^5$	0 ± 0
Coliformes Fecales, UFC/g	$9. \times 10^3 \pm 5.1 \times 10^3$	0 ± 0
Hongos y levaduras, UFC/g	$2.3 \times 10^5 \pm 2.0 \times 10^5$	0 ± 0
pH	5.6 ± 0.3	3.65 ± 0.2

Sin embargo, en nuestro estudio la reducción fue de (0 ± 0 UFC/g), lo que podría atribuirse a las condiciones controladas del proceso o al tipo de microorganismos presentes en el camote. Aunado a ello, Ajayi *et al.* (2023) reportaron valores de hasta $3.9 \log_{10}$ UFC/g en harina fermentada de camote. Esta diferencia sugiere que el protocolo empleado en nuestro estudio resultó en una mayor estabilización microbiológica.

Estos hallazgos explican que durante la fermentación predominan microorganismos benéficos, que producen compuestos antimicrobianos los cuales inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y de deterioro. Esto

transforma no solo las características sensoriales del alimento, sino que mejora su estabilidad y seguridad microbiológica. En conjunto, estos resultados confirman que la fermentación controlada del camote es una estrategia eficaz para mejorar la inocuidad del producto final.

Tabla 8. Efecto de la suplementación de peletizado o camote sobre el desempeño productivo de los cerdos.

Variables	Tratamientos		Valor <i>p</i>
	Pellet*	Camote+	
Peso Inicial, Kg	6.14 ± 0.01	6.13 ± 0.01	0.288
Peso Final, Kg	6.72 ± 0.08	6.95 ± 0.75	0.100
GDP, g	58.83 ± 7.58	82.84 ± 7.24	0.083
CDA, g	96.18 ± 10.15 ^a	128.98 ± 4.66 ^b	0.043
CA	1.66 ± 0.15	1.57 ± 0.010	0.650

GDP= Ganancia diaria de peso; CDA= Consumo diario de alimento; CA=Conversión alimenticia.

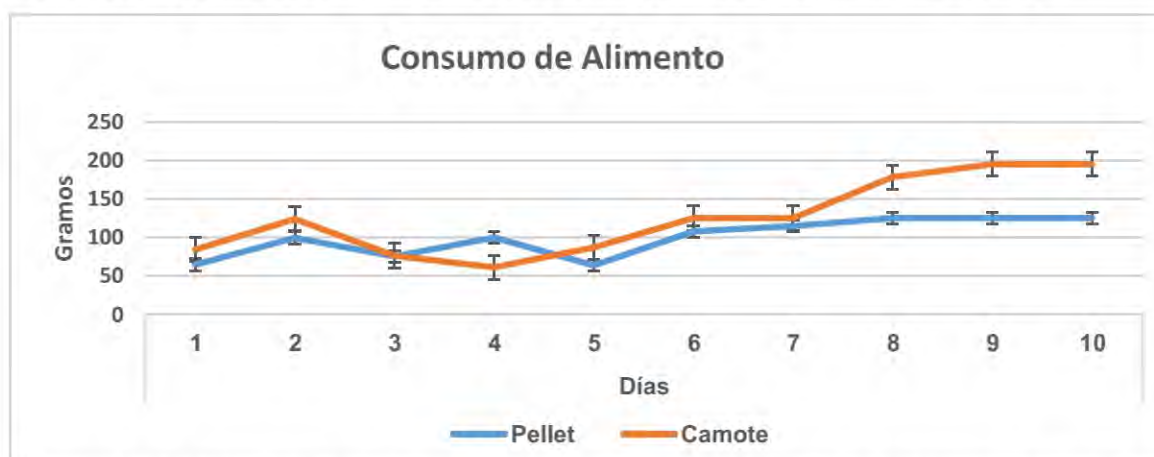
*Alimento preiniciador peletizado; +mezcla de camote, alimento preiniciador peletizado y harina de soya.

Los lechones de ambos tratamientos iniciaron con pesos similares (Tabla 8). Al finalizar, los lechones alimentados con camote alcanzaron un peso promedio ligeramente superior frente al grupo control, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.10$). Respecto a la GDP (g), los lechones alimentados con camote mostraron una tendencia a mayores ganancias sin embargo, no hubo diferencia significativa, el tratamiento con camote produjo 40.8% más peso que el control. El (CDA) sí presentó diferencias significativas ($p=0.043$).

Según Olorunfemi *et al.* (2022) el uso de harina de camote en dietas porcinas tiende a aumentar el consumo voluntario de alimento debido a su sabor y palatabilidad, aunque sin afectar negativamente la conversión alimenticia. Así mismo, Adeola *et al.* (2018) observaron que dietas con inclusión de camote incrementaron levemente la ganancia diaria de peso, aunque en algunos casos sin diferencias significativas, similar a lo hallado en este estudio. Este comportamiento se atribuye a la buena digestibilidad del camote y a su aporte energético comparable a granos tradicionales como maíz.

Existen varios factores relacionados a que los lechones alimentados con camote terminaran con un peso promedio ligeramente superior, aunque sin diferencia significativa, por ejemplo, mayor consumo de alimento (CDA). Más alimento disponible puede traducirse en mayor ganancia de peso, aunque la variabilidad (± 0.75 kg) hizo que estadísticamente no fuera significativo. El camote suele ser más dulce, lo que favorece su palatabilidad, y estimula el consumo voluntario de los lechones. Mayor consumo de camote se traduce en mayor aporte energético y digestibilidad, el camote tiene buena digestibilidad lo que pudiera favorecer la mejor utilización de la energía y por consiguiente la GPD. El camote pese a incrementar el consumo diario de alimento, no afecta negativamente la conversión alimenticia, lo que sugiere que es un ingrediente viable para diversificar las distintas fuentes de energía.

La gráfica 1, muestra la proyección del consumo de alimento de los cerdos evaluados bajo los diferentes tratamientos. En los primeros días (1–4), ambos tratamientos mostraron consumos muy similares. A partir del día 5–6 se observó que el tratamiento con camote presento mayor consumo que el tratamiento control. En los últimos tres días, la diferencia en el consumo se hace más clara, el tratamiento con camote consume 200 g diarios contra 130 g del tratamiento con pellets, lo que indicó un consumo 35.0% mayor que el tratamiento control.



Grafica 1. Proyección del consumo de alimento de lechones de ambos tratamientos durante el periodo experimental.

Las barras de error representan la desviación estándar del promedio diario de cada tratamiento, y permiten visualizar la variabilidad entre los corrales. A partir

del día 6 podemos observar que la línea correspondiente al grupo camote tiende a situarse sobre la del grupo pellet, y las barras de error presentan un menor traslape, lo que nos lleva a que, el consumo se fue consolidando con el tiempo. Este comportamiento coincide con el análisis estadístico mostrado en la tabla 7, donde se encontró una diferencia significativa en el consumo diario de alimento ($p=0.043$).

Tabla 9. Efecto de las diferentes dietas evaluadas sobre la consistencia fecal.

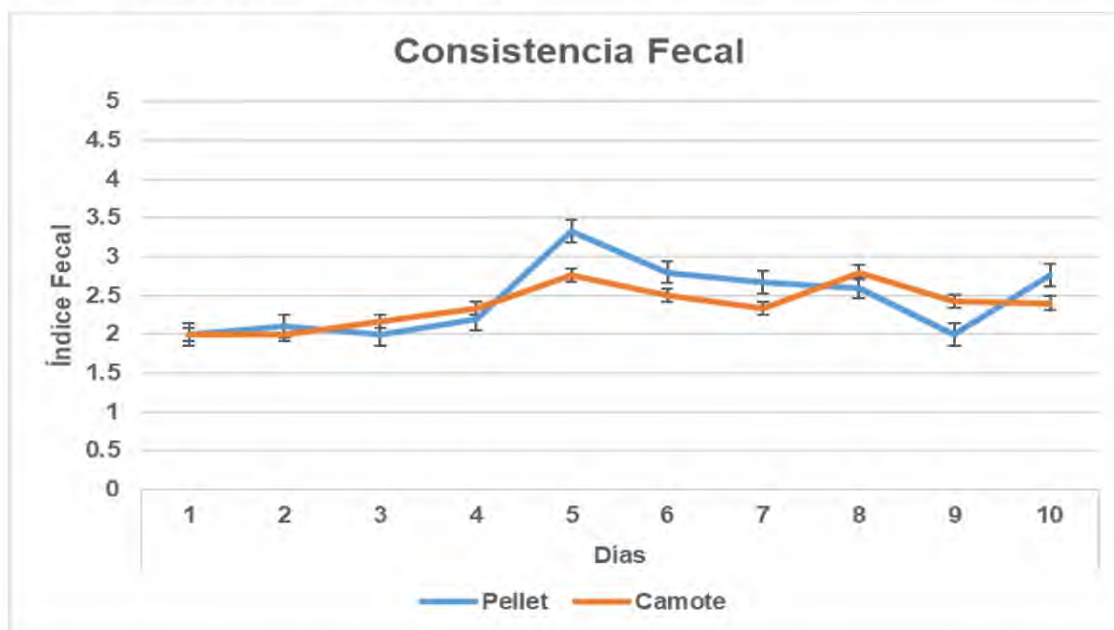
Variable	Tratamientos		SEM	Valor p
	Pellet*	Camote+		
Consistencia Fecal	2.45	2.37	0.126	0.650

*Alimento preiniciador peletizado; +mezcla de camote, alimento preiniciador peletizado y harina de soya.

No hubo diferencias en la evaluación de la consistencia fecal ($p=0.65$). El tratamiento con camote mostró los menores valores de consistencia fecal, 2.37% menos con respecto al control. Este efecto pudiera estar relacionado con la consistencia de los diferentes tratamientos, con la composición química e intrínseca del camote en términos de humedad, palatabilidad, digestibilidad, contenido fibroso y consistencia (Tabla 9).

La inclusión moderada de tubérculos como el camote en dietas para lechones no provoca alteraciones digestivas significativas. Adeola *et al.* (2018) evaluaron dietas con harina de camote y encontraron que la consistencia fecal permaneció estable, sin diferencias significativas frente a dietas tradicionales a base de maíz y soya. A su vez, Olorunfemi *et al.* (2022) informaron que el uso de camote como fuente energética no generó problemas digestivos ni diarrea en lechones en crecimiento, atribuido a la buena digestibilidad y al contenido de fibra soluble del camote, que contribuye a mantener la salud intestinal.

La gráfica 2 muestra la proyección de la consistencia fecal de los cerdos alimentados con alimento peletizado o con camote. Se puede observar que los lechones que consumieron camote mantuvieron unas heces con textura firme y bien formada a lo largo del periodo experimental. De lo contrario, los cerdos que solo consumieron alimento peletizado mostraron a la mitad del estudio (día 5) una consistencia fecal de heces blandas a heces semilíquidas, y con mejoras en su consistencia hacia el final del estudio.



Grafica 2. Proyección de la consistencia fecal de lechones de ambos tratamientos durante el periodo experimental.

Los resultados obtenidos en cuanto a la consistencia fecal a lo largo del estudio muestran la superioridad del tratamiento con camote frente al tratamiento peletizado en términos de salud digestiva del animal. Esto se debe a que el camote fermentado es un alimento natural cuya mezcla presenta una contextura más palatable y húmeda, lo que favorece su consumo por parte de los lechones en etapas tempranas. Además, el proceso de fermentación produce ácido láctico (Okoye *et al.*, 2023), un ácido orgánico que contribuye al control de la proliferación de bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal, esto reduce así la incidencia de diarreas (Chlebicz and Śliżewska, 2020). Aunque el alimento peletizado ofrece

ventajas prácticas como la facilidad de manejo y una formulación nutricionalmente balanceada, puede resultar menos beneficioso para la salud intestinal de los lechones debido a su menor aporte de compuestos funcionales, como la fibra soluble, y a la posible destrucción de bioactivos causada por el calor del proceso de peletización y, su mayor densidad energética podría alterar el tránsito intestinal y la microbiota en un sistema digestivo aun inmaduro.

Tabla 10. Efecto de las dietas evaluadas sobre el perfil sanguíneo de los cerdos.

Variables	Tratamientos			Valores de <i>p</i>		
	Pellet	Camote	SEM	Trt	Día	Trt X Día
WBC, 10 ³ /uL	12.75	8.25	2.33	0.199	0.747	0.721
RBC, 10 ⁶ /uL	4.48	6.05	1.09	0.329	0.249	0.453
HGB, g/dL	8.86	10.81	1.71	0.437	0.228	0.470
HCT, %	28.11	37.04	7.26	0.402	0.303	0.486

WBC* = glóbulos blancos; RBC* = glóbulos rojos; HGB* = hemoglobina; HCT* = hematocrito; SEM* = error estándar de la media; P* = valor de significancia; Trt = efecto del tratamiento; Día = efecto del día de muestreo; Trt X Día = interacción tratamiento por día.

El perfil sanguíneo no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$). Los animales del tratamiento con camote presentaron valores numéricamente mayores de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito, lo que podría sugerir un mejor transporte de oxígeno, mientras que el grupo del tratamiento pellet presentó valores más altos de leucocitos y plaquetas. Todos los parámetros se mantuvieron dentro de rangos fisiológicos normales, lo que indica que ninguno de los tratamientos afectó negativamente la salud hematológica de los animales (Tabla 10).

Estudios previos han informado valores promedio similares en lechones en crecimiento alimentados con dietas convencionales, como los de Jain (1993) y Kaneko *et al.* (2008), quienes describen rangos fisiológicos aproximados de: Hemoglobina: 9–13 g/dL, Hematocrito: 30–40 %, Glóbulos rojos: $5\text{--}8 \times 10^6/\mu\text{L}$.

Sin embargo, en el presente trabajo, aunque el grupo alimentado con camote presentó valores ligeramente superiores de HGB, HCT y RBC, lo que coincide con lo señalado por Pluske *et al.* (2002), quienes explican que cambios leves en la dieta, sin diferencia mineral, suelen no provocar alteraciones hematológicas importantes. Debemos saber que, el uso de alimentos alternativos ricos en antioxidantes y carbohidratos complejos, como el camote, puede favorecer indirectamente el estado hematológico al mejorar la salud intestinal y la absorción de nutrientes (Hong *et al.*, 2016). Sin embargo, el efecto depende de múltiples factores: edad, composición exacta de la dieta y estado sanitario previo de los animales.

Tabla 11. Costo de dietas experimentales.

Tratamientos	Costo/Kg Alimento	Consumo de alimento/ animal, kg	Costo de alimentación/ animal
Pellet	\$ 1.60	0.962	\$ 1.53
Camote	\$ 1.08	1.290	\$ 1.39

La tabla 11 muestra los costos de alimentación de los cerdos bajo los dos diferentes tratamientos alimenticios. Podemos observar que el tratamiento con camote tiene un costo inferior de \$ 0.52/ kg, representando un 32.5% de reducción en el costo. Adicionalmente, el costo de alimentación al final de la fase experimental fue de \$ 0.14/animal menor en el tratamiento con camote en comparación a los cerdos suplementados con alimento pre iniciador peletizado.

V. CONCLUSIONES

- El camote fresco picado demostró que no necesita aditivos que mejoren sus características fermentativas.
- En las condiciones en que se desarrolló el experimento, la inclusión parcial del fermentado de camote complementado con fuentes proteicas incrementó el consumo de alimento, ganancia de peso y no generó cambios a nivel digestivo ni hematológico en cerdos.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios en la suplementación del camote fermentado por mayor tiempo durante la etapa de pre-cebo.

Realizar estudios en la producción de harina de tubérculo de camote y su efecto en la inclusión de dietas en diferentes etapas del ciclo de crecimiento del cerdo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adeola, O., Adebisi, O., & Ogunwole, K. (2018). Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed sweet potato-based diets. *Journal of Animal Production*, 20(2), 65–72. <https://imup.cc/O2HYo4>
- Afonso, E., Nascimento, R., Palliães, J., & Gameiro, A. (2020). How can nutritional strategies and feed technologies in pig production affect the logistical costs of manure distribution. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49. <https://doi.org/10.37496/RBZ4920190045>
- Ajayi, A. O., Adebolu, T. T., & Adetuyi, F. C. (2023). Microbial qualities of fermented sweet potato flour. *African Journal of Microbiology Research*, 17(5), 123–129. <https://imup.cc/xZEkp->
- Aliaga, P., & Nieto, C. (2009). Contenido de azúcares en raíces reservantes de 106 clones de camote (*Ipomoea batatas* L) de la colección de germoplasma. *Anales científicos UNALM*, 70(2), pp.1–10.
- AOAC, (2016). (*Official Methods of Analysis: Association of Analytical Chemists*) 20th Editi. G. Latimer, ed., Rockville, MD, USA. Available at: https://www.techstreet.com/standards/official-methods-of-analysis-of-aoac-international-20th-edition-2016?product_id=1937367.
- Batista, A., (2006). *Evaluación agronómica de diferentes variedades de camote con tres densidades de siembra.*, Informe final de proyecto. Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP), Gualaca, Chiriquí.
- Barton, M. (2014). Impact of antibiotic use in the swine industry. *Curr. Opin. Microbiol*, 19, 9–15.
- Boudry, G., Péron, V., Le, I., Lallès, J., & Sève, B. (2004). Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglet intestine. *Journal of Nutrition*, 134(9), 2256–2262. <https://doi.org/10.1093/jn/134.9.2256>.
- Bovell, A. (2007). Sweet Potato: A Review of its Past, Present, and Future Role in Human Nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research*, 52(06), 1–59. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(06\)52001-7](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(06)52001-7)

- Campbell, J., Crenshaw, J., & Polo, J. (2013). The biological stress of early weaned piglets. *J. Anim. Sci. Biotechnol*, 4(19).
- Chlebicz-Wójcik, A., and Śliżewska, K. (2020). The Effect of Recently Developed Synbiotic Preparations on Dominant Fecal Microbiota and Organic Acids Concentrations in Feces of Piglets from Nursing to Fattening. *Animals*, 10(11), 1999. <https://doi.org/10.3390/ani10111999>
- Cordero, J. (2005). "Perspectiva Latinoamericana en una industria porcina global [congreso]. *VII Congreso Centroamericano y del Caribe de Porcicultura. Puerto Vallarta, Jalisco.*
- Cordero del Campillo, M., Hidalgo, M., & Diez, N. (1999.) Eimeriosis e Isosporosis, En:Parasitología Veterinaria. Cordero del Campillo M, Rojo FA, Martínez AR. Editores. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. 968
- Chen, H., Wang, C., Wang, Y., Chen, Y., Wan, M., Zhu, J., y Zhu, A. (2021). Effects of soft pellet creep feed on pre-weaning and post-weaning performance and intestinal development in piglets. *Animal Bioscience*, 34(4), 714–723. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0034>
- Cevallos, Z. (2022). Estudio del uso del camote (*Ipomoea batatas*) como alimentación para cerdos en la etapa crecimiento – engorde. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11417/E-UTB-FACIAG-MVZ-000095.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carvajal, A., & Rubio, P. (2009). Clostridiosis: Los principales clostridios involucrados son *C. perfringens* tipo C, *C. perfringens* tipo A y *C. difficile*. https://www.3tres3.com/articulos/clostridiosis_4339/
- Canibe, N., Miquel, N., Miettinen, H., & Jensen, B. B. (2001). Effect of addition of formic acid and starter cultures to liquid feed on pH, microflora composition, organic acid production and ammonia production. *15th Forum for Applied Biotechnology*, Gent, Belgium, 24-25 September, Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, 66/3b: 431-434 <https://bit.ly/3QsDCj0>

- Canope et al. (1977); Domínguez (1992); Tomita et al. (1985); Noblet et al. (1990) en Feeding pigs in the tropics (FAO). Recuperado de FAO. <https://bit.ly/4gV7aSm>
- Daposa, c. l.-p., sergey, k., & rothkötter hermann-josef.produimix, s. 2. (2008). efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. *dialnet*. <https://bit.ly/3sk2u3n>.
- Díaz, I., González, C., Reyes, J., Delgado, E., & Ly, J. (2012). Digestion of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) foliage in pigs. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46(3).
- Dirkzwager a, v. b. (2010). Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la la incidencia de diarreas posdestete en lechones. *scielo mexico*, 277.<https://bit.ly/3su3qvt>
- Dom, M. T., Ayalew, W. K., Glatz, P. C., Kirkwood, R. N., & Hughes, P. E. (2017). Nutrient utilization in grower pigs fed boiled, ensiled or milled sweet potato roots blended with a wheat-based protein concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 223, 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.11.014>
- Dong y pluske, 2., & pluske et al., 2. (2021). Estrategias nutricionales para la prevencion y control de procesos digestivos en lechones posdestetes en ausencia de oxido de zinc en el pienso. *ivis org*. bit.ly/43wy085
- Dunsford, b.; knabe y.; & haensly. j. (2008). *Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón*. <https://bit.ly/3sk2u3n>
- Donkor, E. A., Donkor, E., Owusu-Sekyere, E., & Owusu, V. (2020). The development and promotion of sweet potato yoghurt in ghana: Implications for sustainable production and consumption policies. *Sustainability*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/SU12083336>
- Espín, S; Villacrés, E & Brito, B. (2015). *Caracterización Físico - Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos*.91–116. <https://bit.ly/46OKiiD>
- Elanco (2018). Colibacilosis Porcina: Patogenia, síntomas y lesiones, como aspectos clave para su correcto tratamiento. *Producción animal. Artículo*

Técnico. https://www.produccionanimal.com/colibacilosis-porcina-patogenia-sintomas-y-lesionescomo-aspectos-clave-para-sucorrectotratamiento/#Entender_la_patogenia_como_primer_paso_para_abordar_la_enfermedad

- Gan, Z. Wei, W., Li, Y., Wu, J., Zhao, Y., Zhang, L., Wang, T., & Zhong, X. (2019). Curcumin and resveratrol regulate intestinal bacteria and alleviate intestinal inflammation in weaned piglets. *Molecules*, 24(7). <https://doi.org/10.3390/molecules24071220>
- Geary, T. M., Brooks, P. H., Beal, J. D., and Campbell, A. (1999). Effect on weaner pig performance and diet microbiology of feeding a liquid diet acidified to pH 4 with either lactic acid or through fermentation with *Pediococcus acidilactici*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (79): 633 - 640. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990315\)79:4%3C633::AID-JSFA231%3E3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990315)79:4%3C633::AID-JSFA231%3E3.0.CO;2-L)
- Gresse, R., Chaucheyras, F., Fleury, M., Van de Wiele, T., Forano, E., & Blanquet, S. (2017). Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: Understanding the keys to health. *Trends Microbiol*, 25, 851–873.
- Gresse, R., Chaucheyras-Durand, F., Fleury, MA., Van de Wiele, T., Forano, E., & Blanquet, S. (2017). Gut Microbiota Dysbiosis in Postweaning Piglets: Understanding the Keys to Health. *Trends Microbiol*, 25(10):851-873. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.004>
- Grüneberg, W., Carey, D., Mwanga, R., & Huamani, R. (2015). Advances in Sweetpotato Breeding from 1992 to 2012. In J. L. et Al., ed. *Potato and Sweetpotato in Africa: Transforming the Value Chains for Food and Nutrition Security*. pp. 3–68.
- Gomez, a. c. (2008). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. *dialnet*. <https://bit.ly/3sk2u3n>
- Holmer, I., Salomonsen, C., Jorsal, S., Astrup, L., Jensen, V., Hog, B., & Pedersen, K. (2019). Antibiotic resistance in porcine pathogenic bacteria and relation to antibiotic usage. *BMC Veterinary Research*, 15, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2162-8>.

- Hong, K. J., Lee, C. H., & Kim, S. W. (2016). Effect of sweet potato on growth performance and blood characteristics in pigs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(4), 535–542. <https://imup.cc/Pnnp1Y>
- 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*. <https://goo.su/3eufwPO>
- Jain, N. C. (1993). *Essentials of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger. <https://imup.cc/caCYet>
- Jensen, B.B. & Mikkelsen, L.L. (1998). Feeding liquid diets to pigs. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. (Eds.) P.C. Garnsworthy and J. Wiseman, Nottingham University Press. <https://edepot.wur.nl/197164>
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W., & Bruss, M. L. (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals (6th.)*. Academic Press. <https://imup.cc/QRzo-z>
- Kelly d, s. j. (1991). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. <https://bit.ly/3sk2u3n>
- Knarreborg, A., Miquel, N., Granli, T., and Jensen, B. B. (2002). Establishment and application of an in vitro methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets. *Anim. Feed Sci. Technol.* (99): 131-140. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00069-X](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00069-X)
- Lallès, J. P. et al. (2007). Weaning - A challenge to gut physiologists. *Livestock Science* (108): 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.091>
- Lallès jp, b. g. (2004). Gut function and dysfunction in young pigs: *physiology. research gate*. <https://bit.ly/4mzsi2m>
- Lallès, j.-p., sergey, k., & rothkötter hermann-josef. leterme, p. s. (2008). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. *Dialnet*. <https://bit.ly/3sk2u3n>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. *Springer*. <https://goo.su/zH4xh4>.
- Liu, P., Piao, X., Thacker, P., Zeng, Z., Li, P., Wang, D., & Kim, S. (2010). Chito-oligosaccharide reduces diarrhea incidence and attenuates the immune

- response of weaned pigs challenged with *Escherichia coli* K88. *Journal of Animal Science*, 88(12):3871-3879. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2771>.
- López, J. A., Hernández, P., & Ramírez, M. (2019). Evaluación microbiológica durante la fermentación láctica de batata (*Ipomoea batatas*). *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 48(2), 207–215. <https://imup.cc/edCuvX>
- Ly, J. (2010). Bionatos o camotes (*Ipomea batatas* Lam) para alimentar cerdos. Consumo de alimento y digestibilidad. *Revista Computarizada de producción Porcina* (17): 13-35. http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP171/171_01artJLy.pdf
- Mccracken ba, s. m. (2010). Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la incidencia de diarreas posdestete en lechones. *scielo México*. <https://bit.ly/3su3qvt>
- Mccracken kj, k. d. (1993). Development of digestivefunction and nutrition /disease interactions in the weaned pig. *semantic scholar*. <https://bit.ly/3su3qvt>
- Moran, C. A. (2001). Development and benefits of liquid diets for newly weaned pigs. [PhD Thesis, University of Plymouth, UK]. <https://dx.doi.org/10.24382/4363>
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2006). Sensory Evaluation Techniques. *CRC press* <https://goo.su/zH4xh4>
- Middelkoop, A., Choudhury, R., Gerrits, W., Kemp, B., Kleerebezem, M., & Bolhuis, J. (2020). Effects of Creep Feed Provision on Behavior and Performance of Piglets Around Weaning. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(11), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.520035>
- Nava, A. (2019). Guía de identificación de diarreas en maternidad. *Porcicultura*. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/951>
- Nout, M. J. R., Rombouts, F. M., & Havelaar, A. (1989). Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant food ingredients on some pathogenic microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, (8): 351-361. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(89\)90006-8](https://doi.org/10.1016/0168-1605(89)90006-8)

- NRC, (2012). Nutritional requirements of swine. 11th edition. The National Academies Press, Washington, D.C. Oh, N. S., Lee, J. Y., & Lee, H. A. (2018). "Fermented foods: sensory evaluation and consumer perception". *Journal of Ethnic Foods*, 5(1), 7–14. <https://bit.ly/46LH7s4>
- Okoye, C., Wang, Y., Wu, Y., Li, X., Sun, J., and Jiang, J. (2023). The performance of lactic acid bacteria in silage production: A review of the modern biotechnology for silage improvement. *Microbial Research*, 266, 127212. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127212>
- Olorunfemi, O. J., Ogunleye, I. O., & Okunlola, O. O. (2022). Effects of replacing maize with sweet potato tuber meal on performance of weaned pigs. *Nigerian Journal of Animal Science*, 24(1), 102–111. <https://imup.cc/Pmq8WR>
- Pathleen, T. (2008). A crop production technical guide. Sweet potato. (*Ipomoea batatas* L Lam). *CARDI*. <https://bit.ly/3ItYANL>
- Pathleen, T., & Janet, L. (2015). *Cassava and Sweet Potato*. Suitability of Popular Caribbean Varieties for Value Added Product Development. IICA. <https://bit.ly/46KQ9a9>
- Peters, D. (2004). Uso de batata en la producción porcina en Asia: aspectos agrícolas y socioeconómicos n.º 4. *Noticias e información sobre cerdos* 25(1), 25–34. <https://doi.org/10.1079/9781780644202.0003>
- Pond W.G. & Maner J.H. (1974). Producción de cerdos en climas templados y tropicales, Trad. P.D. Malvenda. Ed. *ACRIBIA*. Zaragoza, España. 448 p. <https://bit.ly/4gWDyUv>
- Pino, MT; Saavedra, J; Álvarez, F; Gutiérrez, R; Hernández, C & Zamora, O. (2017). Camote: materia prima para colorantes. *Instituto de investigaciones agropecuarias* (36):1–8. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4674>
- Pluske, J. R., Hampson, D. J., & Williams, I. H. (2002). Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock Production Science*, 108(1–3), 105–112. <https://imup.cc/qVU93X>
- Quintero, A., Rojas, N., Aranguren, J., Soto, G., & D. Durán. (1997). Efecto de la suplementación y la época de nacimiento sobre el crecimiento predestete de

- becerras mestizas. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ.*, 7(2): 75-82.
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14278>
- Quiles y Hevia. (2008). Colibacilosis porcina. Departamento de Producción Animal. *Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia*
https://www.researchgate.net/publication/322656661_COLIBACILOSIS_PORCINA
- Quiles, A., Hevia, M., Martínez, C., & Vega, A. (2007). Coocidiosis Porcina. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. *Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia*.
https://www.researchgate.net/publication/322635347_COCCIDIOSIS_PORCINA
- Rhouma, M., Fairbrother, J., Beaudry, F., & Letellier, A. (2017). Post weaning diarrhea in pigs: Risk factors and non-colistin-based control strategies. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 59(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s13028-017-0299-7>
- Rodríguez, J. (2013). *Evaluación de tres niveles de melaza en la conservación y cambios químicos y nutricionales del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Panamá]. Repositorio Institucional. https://up-rid.up.ac.pa/7127/1/jose_rodriguez.pdf
- Rubio Guevara, X. A., & Túquerres Cadena, L. J. (2012). Incidencia de la harina de camote (*Ipomoea batata* L.), como sustituto de la harina de trigo (*Tricicum vulgare*) en la elaboración de galletas, edulcoradas con estevia (*Stevia boudiana*) y panela. [Tesis de grado, Universidad Técnica del norte, Ecuador]. <https://bit.ly/3Wj8Prg>
- Ruiz, T. M., & Bernard, J. K. (1999). "Evaluation of sweet potato silage". *Journal of Dairy Science*, 82(3), 557–561. <https://bit.ly/4pUPHxo>
- Russell, P. J., Geary, T. M., Brooks, P. H., & Campbell, A. (1996). Performance, water use and effluent output of weaner pigs fed ad libitum with either dry pellets or liquid feed and the role of microbial activity in the liquid feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72: 8-16.

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)10970010\(199609\)72:1%3C8::AIDJSFA646%3E3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)10970010(199609)72:1%3C8::AIDJSFA646%3E3.0.CO;2-K)

- Scott, G., Rosegrant, M., & Ringler, C. (2000). Global projections for root and tuber crops to the year 2020. *Food Policy*, 25, 561–597. <https://bit.ly/3VQAD6d>
- Smith, P., (1976). A comparison of dry, wet and soaked meal for fattening bacon pigs. *Experimental Husbandry*, (30): 87-94. http://pigtrop.cirad.fr/subjects/animal_nutrition/fermented_liquid_feeds
- Solís, C., (2020). Obtención y evaluación nutricional del ensilado integral de camote presecado (*Ipomoea batata*, L.) como sustituto energético del grano de maíz (*Zea mays*) en dietas para vacunos en crecimiento. *Tesis Doctorado. Universidad Agraria de la Habana - Fructuoso Rodríguez. Mayabeque, Cuba.*
- Tique, J., Chaves, B., & Zurita, J. H. (2009). Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 151-158.
- Tiscareño, G. (2020). Los preiniciadores y la importancia de su uso en lechones. *BM editores*. disponible en: <https://bit.ly/3UCKblk>
- Touchette, k. e. (2008). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. *dialnet*. <https://bit.ly/3sk2u3n>
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. <https://goo.su/JOZq6Tw>
- Wei, X., Tsai, T., Knapp, J., Bottoms, K., Deng, F., Story, R., Maxwell, C., & Zhao, J. (2020). ZnO modulates swine gut microbiota and improves growth performance of nursery pigs when combined with peptide cocktail. *Microorganisms*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020146>
- Zhang, Y., Zhang, D., Ma, Y., & Liu, Y. (2023). Effect of lactic acid bacteria on flavor profile and sensory quality of fermented sweet potato juice. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1241580. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1241580>
- Zhao, X., Xiong, Z., & Lin, J. (2023). Fermentation of sweet potato slurry improves its nutritional quality and sensory characteristics. *Foods*, 14(9), 1467. <https://doi.org/10.3390/foods14091467>

Zúñiga, L., Cárdenas, N., & Pineda, J. (2017). Cambios microbiológicos en la fermentación espontánea de yuca (*Manihot esculenta*). *Vitae*, 24(1), 17–23. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n1a03>