UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

"Digestibilidad aparente en cerdos de crecimiento alimentados con ensilado de fruta de banano orito (*Musa acuminata AA*) suplementado con biochar de eucalipto"

AUTOR(ES):

Heidy Marcela Villamarín Mayancha

Adriana Lissette Casco Guano

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Informativo y preciso.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	Contiene todos los elementos necesarios para su compresión.
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19.0 / 20	Falta más claridad en la problemática, los demás elementos relacionados con la investigación están correctos.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15.0 / 15	Preciso, coherente, claro con buena utilización de las citas, destaca precisión y claridad en la temática investigada.
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	13.0 / 15	El modelo matemático está bien planteado, pero no se adapta a las variables del experimento. Las variables a medir no quedan claro en el documento.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	23.0 / 25	Los gráficos y tablas bien claros, con discusiones que no expresan los porqué de cada resultado. Todos los resultados están acordes con los objetivos de la investigación.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Expresan correctamente los resultados obtenidos.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	Referencias y citas acorde con las normas establecidas
VALORACIÓN TOTAL	95	NOVENTA Y CINCO

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	95

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ALINA RAMIREZ

ALINA RAMÍREZ SÁNCHEZ (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 08 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	El título está acorde con la idea principal de lo que se quiere investigar, y responde al propósito de los objetivos.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	Aporta la información necesaria que orienta al lector a identificar sobre que trata la investigación.
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18.0 / 20	Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación en algunos aspectos, sin embargo, falta más claridad en la problemática que resuelve relacionada con el uso del biochar de eucalipto en la alimentación porcina.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	13.0 / 15	Buena utilización de las citas, sin embargo, no desarrollan un ítem sobre las bondades del eucalipto en la alimentación animal (¿porque el biochar de eucalipto y no otra planta?) que es uno de los objetivos planteados.
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	12.0 / 15	La preparación de las dietas está clara (a pesar de que lo mismo habla de balanceado comercial, sin embargo, no aparecen los aportes de nutrientes de cada dieta. Las variables a medir no quedan claro en el documento, (CD, energía, etc).

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	20.0 / 25	Están correctamente estructurado, sin embargo, hace un abuso de figuras para expresar los resultados. Le falta argumentos de su opinión para justificar sus resultados y con discusiones que no expresan el porqué de los CD.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Son claras y precisas, acorde al objetivo trazado.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3.0 / 5	Algunas referencias están incompletas, les falta la fuente por lo que incumple con las normas APA orientadas en la guía metodológica.
VALORACIÓN TOTAL	86	OCHENTA Y SEIS

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	86

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA ISABEL VIAMONTE GARCES

MARÍA ISABEL VIAMONTE GARCÉS (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 12 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Firmado electrónicamente por:
WILLAN ORLANDO CAICEDO QUINCHE

Document Information

Analyzed document	Casco, Villamarin antiplagio.docx (D172878386)
Submitted	2023-08-16 22:29:00
Submitted by	
Submitter email	agp2017172@uea.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	wcaicedo.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / AAAA.docx**
Document AAAA.docx (D544800061)
Submitted by: andreita_g94@hotmail.com
Receiver: wcaicedo.uea@analysis.urkund.com

2

Entire Document

"Digestibilidad aparente en cerdos de crecimiento alimentados con ensilado de fruta de banano orito (*Musa acuminata AA*) suplementado con biochar de eucalipto"

"Aparent digestibility in growing pigs fed with orito banana (*Musa acuminata* AA) fruit silage supplemented with eucalyptus biochar"

Adriana Lissette Casco Guano[1]
agp2017172@uea.edu.ec

Heidy Marcela Villamarin Mayancha[1]
hm.villmarin@uea.edu.ec

Caicedo Quinche William Orlando, PhD [2]
wcaicedo@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carera de Ingeniería Agropecuaria

Resumen

El objetivo de este estudio consistió en evaluar la digestibilidad aparente en cerdos de crecimiento alimentados con ensilado líquido de fruta de banano orito (*Musa acuminata* AA) suplementado con biochar de eucalipto". El trabajo experimental se llevó a cabo en la "Granja Agropecuaria Caicedo" ubicada en la parroquia Tarqui, cantón y Provincia de Pastaza. Se utilizó 3 animales machos del cruce comercial Blanco Belga x Duroc x Pietrain, con un peso inicial de 36 ± 2 kg, los cuales se asignaron de forma aleatoria a un Diseño Cuadrado Latino 3×3, y se alimentaron con una dieta basal con ensilado de banano orito y tres niveles de suplementación dietética (0; 0,04% y 0,08% de biochar de eucalipto). En muestras de alimento y excretas se determinó la materia seca (MS), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra bruta (FB), extractos libres de nitrógeno (ELN), energía bruta (EB), calcio (Ca), fósforo (P) y potasio (K). Los mejores resultados de MS (97,13%), PB (95,11%), EE (96,34%), FB (97,06%), ELN (97,05%), EB (97,92%), Ca (90,26%), P (91,55%) y K (97,56%) se obtuvo con la dieta que se incluyó ensilaje líquido de banano orito con suplementación del 0,04% de biocarbón de eucalipto. El ensilado de banano orito suplementado con biochar de eucalipto con un nivel de 0,04% en la dieta de cerdos en

crecimiento mejoró la digestibilidad de los nutrientes, propiciando un alimento alternativo con alto valor nutricional para la alimentación de cerdos comerciales en crecimiento.

Palabras clave: ensilado líquido, digestibilidad de nutrientes, banano orito, cerdos crecimiento.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the apparent digestibility in growing pigs fed with liquid silage of orito banana fruit (Musa acuminata AA) supplemented with eucalyptus biochar". The experimental work was carried out in the "Caicedo Agricultural Farm" located in the Tarqui parish, canton and Pastaza Province. Three male animals of the commercial White Belgian x Duroc x Pietrain cross were used, with an initial weight of 36 ± 2 kg, which were randomly assigned to a 3×3 Latin Square Design and fed with a basal diet with silage. Of banana orito and three levels of dietary supplementation (0, 0.04% and 0.08% of eucalyptus biochar). In food and excreta samples, dry matter (DM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), crude fiber (CF), nitrogen-free extracts (NFE), crude energy (CE), calcium (Ca), phosphorus (P) and potassium (K). The best results of MS (97.13%), PB (95.11%), EE (96.34%), FB (97.06%), NFE (97.05%), CE (97.92%), Ca (90.26%), P (91.55%) and K (97.56%) were obtained with the diet that included liquid banana orito silage supplemented with 0.04% eucalyptus biochar. Orito banana silage supplemented with eucalyptus biochar at a level of 0,04% in the diet of growing pigs improved nutrient digestibility, providing an alternative feed with high nutritional value for feeding commercial growing pigs.

***Keywords*:** liquid silage, nutrient digestibility, orito banana, growing pigs.

1. INTRODUCCIÓN

Los cerdos son animales monogástricos que necesitan alimentos con alto valor nutricional, para que de esta manera puedan tener un buen desempeño productivo, su alimentación en etapa de crecimiento constituye más del 70% del costo de su producción total, debido a esta razón su alimentación debe estar diseñadas de acuerdo con sus necesidades nutricionales sin excesos o déficit, de esta manera se mejora su ganancia de peso y la conversión alimenticia (Paniagua, 2020).

La producción de cerdos en el Ecuador se maneja en función de las grandes empresas productoras de alimento balanceado, en el país las producciones se centran 3 grandes grupos AFABA (Asociación de alimentos balanceados de la Sierra) con el 40% a nivel nacional, APROBAL (Asociación de productores de balanceados del litoral) con el 28% y finalmente la empresa PRONACA como mayor productora a nivel nacional. Sin embargo, este tipo de productos genera una gran desventaja para pequeños y medianos productores, debido al alto costo del balanceado para los cerdos (Villacrés *et al*., 2018).

Por otra parte, la variedad de recursos alimenticios que existe en la provincia de Pastaza constituye fuentes para utilizar en la alimentación animal mediante técnicas de procesamiento como la cocción, elaboración de harinas y fermentados, con estas técnicas se aprovecha de mejor manera sus nutrientes a diferencia de su estado natural. Entre estas alternativas se puede mencionar al banano orito (*Musa acuminata* AA) por su gran cantidad de carbohidratos y contenido de proteína, fibra, grasa, entre otras (Guamán, 2019).

La fermentación liquida o sumergida (FEL) es considerada una alternativa de bajo costo para incorporar en la alimentación de cerdos la misma que presenta una concentración de agua y sustrato sólido, es decir que hay una solución de nutrientes. Este tipo de fermentación es la más utilizada en la industria ya que es sencilla de realizar, su control mucho más variable y su fácil recuperación a diferencia de la fermentación solida (FES), los microrganismos en la fermentación liquidan se desarrollan de una forma típica, dando origen a una fase de latencia, de crecimiento, fase estacionaria y por último la fase de muerte (Bolívar, 2021). Según Medel & González (2008), al incorporar productos líquidos fermentados en la alimentación de cerdos, permite que la microflora digestiva benéfica predomine, ayuda al aumento de ácido láctico y un pH gástrico de 4, que permite mejorar la

digestibilidad de proteínas y evitar el incremento de bacterias patógenas como son las (*Coliformes y Salmonella*), la fermentación de alimentados constituye una estrategia sostenible dentro de una producción pecuaria.

Según Pico (2021) la digestibilidad, es un proceso de la interpretación de lo que pasa con el alimento ingerido vs el alimento que se ha excretado. La digestibilidad fecal puede ser determinada a través de la utilización de diferentes métodos, el más representativo es de colección total de heces (método directo) utilizando jaulas metabólicas con dispositivos para separar la orina y las heces, de esta manera evitar su contaminación y sobre todo reducir la volatilización de nitrógeno.

Por otra parte, el biochar es un carbón vegetal que se produce a partir de una biomasa obtenida de manera sostenible, a través de su consumo en los animales actúa como neutralizante de toxinas agroquímicas y fermentador de piensos, reduce los efectos tóxicos del sistema digestivo y la flora intestinal, eliminan toxinas del cuerpo, y refuerza el sistema inmunitario (Butphu *et al*., 2019).

Partiendo de este entorno, el objetivo de esta investigación consistió en evaluar la digestibilidad aparente en cerdos de crecimiento alimentados con ensilado de fruta de banano orito (*Musa acuminata AA*) suplementado con biochar de eucalipto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

El presente trabajo Experimental se llevó a cabo en la Granja Agropecuaria Caicedo la misma que se encuentra ubicada en la parroquia Tarqui, cantón y provincia Pastaza, Ecuador. Su altitud es de 931 msnm, su latitud “983 01 85” N y longitud “832 41 6” E, esta zona se caracteriza por tener un clima Cálido o subtropical Húmedo, con precipitaciones entre 4000 y 4500 mm anuales. El trabajo de análisis de muestras de alimento y excretas se ejecutó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, la que está ubicada en el kilómetro 2 ½ vía al Tena con una altitud de 949 m.s.n.m, latitud de 983 756 8” N y longitud de 166 49 4’ E, respectivamente.

2.1.1. Elaboración de ensilado en estado líquido (FEL) de banano orito (*Musa acuminata* AA)

La preparación del (FEL) se realizó con fruta de banano orito. Para ello se utilizaron 4 racimos de orito verde que no cumplían con las exigencias para el consumo humano, las mismas que se obtuvieron en "Mercado de los Plátanos" y se trasladó hasta las instalaciones del Área Experimental, inmediatamente se procedió al lavado y escurrido de los frutos, se molió en un tanque con capacidad para 50 kg, y se trasladó a un espacio fresco con sombra. Para la elaboración del ensilado se añadió; 2% de yogurt natural, 60% de fruta picada y 38% de agua potable. Finalmente, con la ayuda de un trozo de madera, se hizo una mezcla para eliminar cámaras de aire, se tapó y dejo fermentar durante 7 días para suministrar en la dieta de los cerdos.

2.1.2. Procesamiento del biocarbón de eucalipto

Para obtener el biocarbón se preparó 5 kg de eucalipto en estado fresco. Seguidamente se preparó un horno casero que alcanzó una temperatura de 250°C, una vez obtenida los grados adecuados se colocó en su interior las ramas de eucalipto realizando movimientos continuos hasta obtener el carbón. Una vez obtenido el carbón se sacudió en una bandeja de aluminio hasta que se enfríe, con la muestra totalmente fría se realizó el proceso de triturado en un molino para obtener partículas más finas, finalmente se colocó en una funda ziploc, se pesó y almacenó hasta su uso.

2.2. Manejo de animales y suministro de alimentos.

El trabajo de investigación estuvo constituido por dos fases, 5 días para la adaptación a la dieta, y la otra fase de cinco días para la colecta de excretas. Para ellos se utilizó tres cerdos machos castrados en la etapa de crecimiento del cruce comercial Blanco Belga x Duroc x Pietrain, con una edad de 75 días y un peso inicial de 36 ± 2 kg, a los animales se suministró una dieta basal con ensilado de banano orito de la siguiente manera: T0 (dieta basal sin suplementación de biocarbón de eucalipto); T1 (dieta basal + suplementación dietética de 0,04% de biocarbón de eucalipto); y T3 (dieta basal + suplementación dietética de 0,08% de biocarbón de eucalipto). Los cerdos se mantuvieron

alojados en jaulas metabólicas individuales de 1,20 m x 60 cm de ancho, las jaulas disponían de un comedero tipo tolva de plástico, un bebedero tipo chupón y el piso plástico con ranuras para realizar la limpieza y colecta de heces.

Antes de suministrar las dietas a los cerdos, diariamente se realizó el pesaje de las porciones de alimento comercial, ensilado y biochar de eucalipto en dependencia a cada tratamiento, para homogenizar las porciones se realizó de forma manual, seguidamente se trasladó hasta las jaulas, a los animales se les proporcionó alimento en una sola ración al día (8:00 am), con agua disponible constantemente para evitar el estrés de estos. Cuando el alimento se encontró listo para incorporar, se realizó una limpieza de los comederos en este caso no hubo sobras, finalmente se colocó el alimento en los comederos de plástico de cada jaula.

2.2.1. Recolección y secado de excretas

Para la colecta de excretas al cuarto día se colocó tolvas de costal de la misma dimensión de las jaulas sujetándolo de extremo a extremo, estas nos permitieron filtrar los líquidos ya sean de orina o el agua de los chupones. Al quinto día ya se puede retirar las tolvas para realizar el debido pesaje de excretas en su base fresca para proceder a su secado.

Para el secado se utilizó una plancha de aluminio en la cual se colocó las heces de los diferentes tratamientos con el fin de que pierda humedad mediante un presecado en el sol durante tres horas aproximadamente y se terminó el proceso de secado en la estufa del laboratorio de bromatología.

Para determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de nutrientes se utilizó la siguiente ecuación $DA = (AAc - AAx) / AAc) * 100$.

Dónde:

DA = Digestibilidad aparente

AAc = Aminoácido consumido

AAx = Aminoácido excretado

2.2.2. Análisis de muestras

Los análisis químicos de muestras de alimentos y excretas se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica. Se determinó la materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extracto etéreo (EE), extractos libres de nitrógeno (ELN) de acuerdo con los procedimientos de (AOAC, 2005). La energía bruta (EB) por calorimetría. El calcio (Ca), fósforo (P) y potasio (K) se obtuvieron por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica de UV/visible.

2.3. Diseño Experimental y Análisis Estadístico

En la investigación se aplicó un Diseño Cuadrado Latino 3×3 con la finalidad de valorar el aprovechamiento de los nutrientes en los tres tratamientos. Para contrastar los resultados de los coeficientes de digestibilidad de MS, PB, FB, grasa, ELN, EB, Ca, P y K las medias se analizaron con la prueba de Duncan con el 5% de significación, todos los datos fueron procesados mediante el programa Estadístico (InfoStad, 2020).

Su modelo matemático del análisis estadístico:

$$Y(ijk) = \mu + a(i) + \beta(j) + \eth(k) + e(ijk)$$

$i = 1,2, \ldots, t$; $j = 1, 2, \ldots, t$; $k = 1,2, \ldots, t$

Dónde:

Y (ijk) =Medición sobre la unidad experimental situada en la i-ésima fila y en la j-ésima columna, sometida al k- ésimo tratamiento.

μ = Constante común a todas las observaciones.

a (i) = efecto correspondiente a la i – ésima fila,

β (j) = efecto correspondiente a la j– ésima columna,

$\eth$ (k) = efecto correspondiente al k– ésimo tratamiento,

e (ijk): error residual, aleatorio, normal e independientemente distribuido, con media cero y varianza s^2

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la (Figura 1) se presenta el coeficiente de digestibilidad de la materia seca (MS) en cerdos de crecimiento alimentados con ensilado de banano orito suplementados con biochar de eucalipto, se puede evidenciar que si existe diferencias significativas para ($p<0,05$) entre todos los tratamientos. El mejor aprovechamiento ($p<0,05$) de MS se obtuvo en la dieta que incluyó 0,04% de biocarbón con un valor del (97,13%) , seguido por el tratamiento con 0,08% de biocarbón y control, respectivamente. En cerdos de crecimiento, Caicedo et al, (2019) evaluaron la digestibilidad de la MS con ensilaje sólido de tubérculos de taro y obtuvieron un aprovechamiento del (91,37%). Por otra parte, Rios & Muñoz (2022) con harina de yuca reportó un aprovechamiento de la MS con (87,66%), cifras inferiores a las determinadas en el presente estudio, el mejor aprovechamiento del banano orito fermentado en estado líquido (FEL) pudo deberse a que en este alimento se incluyó yogur natural como fuente de inóculo para optimizar la fermentación, y que una vez consumido por los cerdos funciona como probiótico (Vera, 2011). El tratamiento con 0,04% de biocarbón fue superior al tratamiento con 0,08% de biocarbón y control, es probable que con esa concentración del aditivo logre una eficiencia para excluir el desarrollo de microrganismos patógenos con lo que se lograría una mejora en la salud intestinal y por ende en el aprovechamiento del alimento (Schmidt, *et al*., 2019).

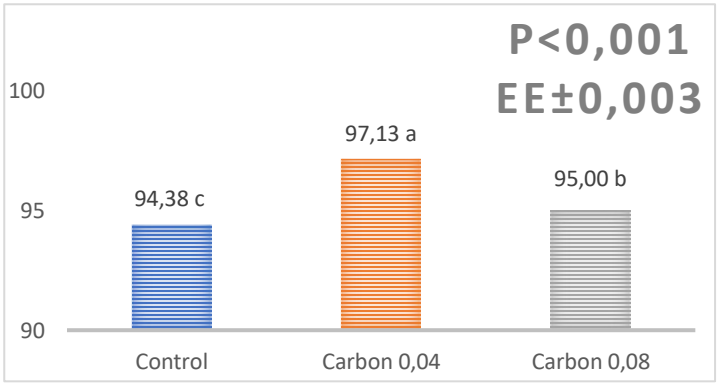

Figura 1. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA) y suplementados con biochar de eucalipto. [abc] Letras distintas presentan diferencias significativas para ($p<0,05$).

En la (Figura 2) se presenta el coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA*)* suplementados con biochar de eucalipto. El mejor aprovechamiento ($p<0,05$) presentó el tratamiento que se suplementó con 0,04 % de biochar. No existe diferencias significativas ($p>0,05$) entre el tratamiento 0,08 % y control, respectivamente.

En investigaciones realizadas por Caicedo & Ferreira (2019) y Caicedo *et al*. (2017) Con ensilajes sólidos de chontaduro y tubérculo de taro tuvieron un aprovechamiento de proteína bruta del (93,2%) y (85,05%) estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio, el mejor aprovechamiento de la proteína de este estudio se relaciona con los beneficios del biocarbón que ayuda en la retención de N, aumento de la sintesis, absorción de aminoacidos, mejorando la fermentación digestiva (Thuy Hang, *et al*., 2018).

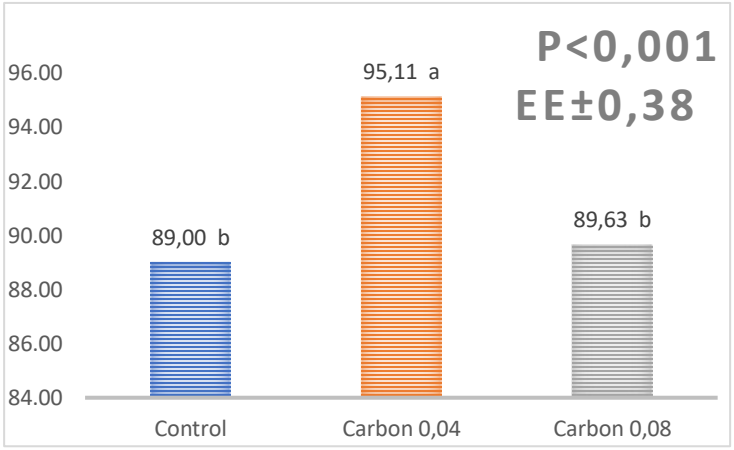

Figura 2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA) y suplementados con biochar de eucalipto. [ab] Letras distintas presentan diferencias significativas para ($p<0,05$).

En la (Figura 3) se presenta el coeficiente de digestibilidad de grasa en cerdos alimentados con ensilado de banano orito *(Musa acuminata AA)* suplementados con biochar de eucalipto. El mejor aprovechamiento ($p<0,05$) se encontró para el tratamiento que se suplemento con 0,04 % de biocarbón. No existe diferencias significativas ($p>0,05$) entre el tratamiento 0,08% y tratamiento control, respectivamente.

Los valores del aprovechamiento son altos cuando se emplean alimentos alternativos procesados, en un estudio realizado por Estrada (2018) obtuvo un aprovechamiento del (95,94%) de grasa con harina de banano orito. De la misma manera, en cerdos criollos de crecimiento, Viamonte *et al*., (2020) evaluaron la digestibilidad de la grasa en harina de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) donde obtuvieron un aprovechamiento del (92,11 %) en niveles de inclusión de 15% en la dieta.

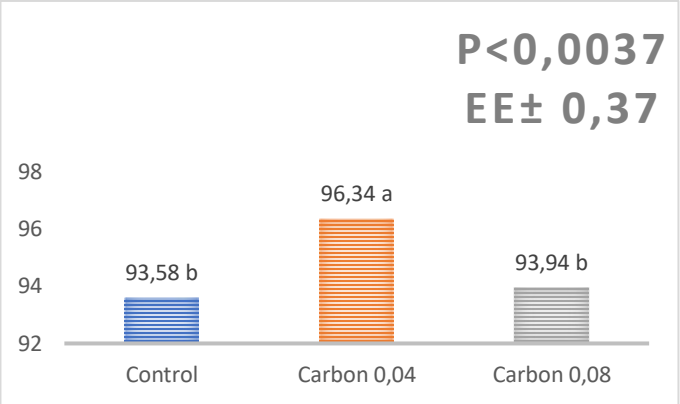

Figura 3. Coeficiente de digestibilidad de grasa en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (Musa *acuminata* AA) y suplementados con biochar de eucalipto. [ab] Letras distintas presentan diferencias significativas para (p<0,05).

En la (Figura 4) se presenta el coeficiente de digestibilidad de calcio en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA*)* suplementados con biochar de eucalipto. El mejor aprovechamiento (p<0,05) se encontró para el tratamiento que se suplemento con 0,04% de biocarbón. No existe diferencias significativas para (p>0,05) entre el tratamiento 0,08 % y tratamiento control, respectivamente.

El calcio es un macronutriente esencial dentro de la alimentación, ayuda al fortalecimiento de la estructura ósea en el 90% y su límite de tolerancia en la dieta de cerdos en crecimiento se basa en 1% (Emmanuel, *et al*., 2019). Con harina del tubérculo de malanga, Madrigal *et al*., (2018) obtuvieron un coeficiente de aprovechamiento de (88,77%) en cerdos, valores inferiores respecto a esta investigación con 0,04% de biocarbón, los menores resultados pueden deberse a que la raíz en su estado natural y harinas aún contienen metabolitos secundarios que afectan la digestibilidad de los

minerales, por ende, es necesario realizar métodos de procesamiento como es la fermentación (Muñoz, *et al.*, 2016). Por otra parte, en el tratamiento con 0,04% de biochar se obtuvo un aprovechamiento superior de (90,26%) respecto al tratamiento con 0,08% y control, la concentración óptima de aditivo, ayuda a la eliminación de toxinas del cuerpo y refuerza el sistema inmunitario del animal (Schmidt, *et al*., 2019).

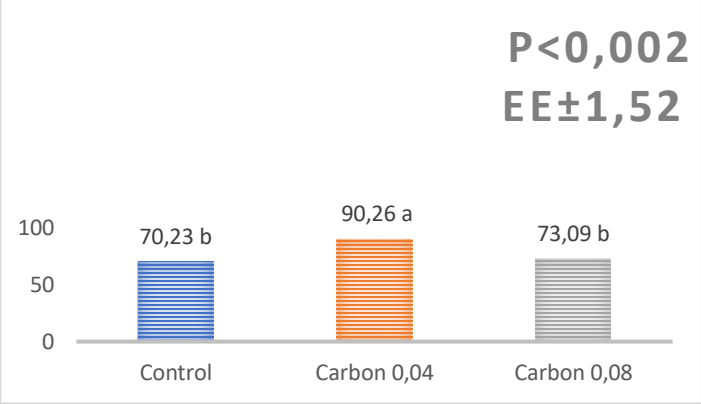

Figura 4. Coeficiente de digestibilidad de calcio en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata AA*) y suplementados con biochar de eucalipto. [ab] Letras distintas presentan diferencias significativas para (p<0,05).

En la (Figura 5) se presenta el coeficiente de digestibilidad de fósforo en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA) suplementados con biochar de eucalipto. Si existe diferencias significativas para (p<0,05) entre los animales que consumieron la dieta con biocarbón al 0,04% con respecto al tratamiento con 0,08% y control respectivamente. El mejor aprovechamiento para (p< 0,05) se encontró para el tratamiento que se suplementó con 0,04% de biocarbón.

Rodriguez (2020), menciona que el fósforo juega un papel importante en el metabolismo animal, ya que permite el desarrollo y mantenimiento de la estación ósea, a la vez su digestibilidad depende de cómo se elabore la alimentación. En una investigación realizada por Lopez *et al*. (2022), con harina de copra para cerdos en crecimiento obtuvo un aprovechamiento de (90,3%) con adición de fitasas, valores que se asemejan a la investigación realizada con banano orito fermentado en estado líquido.

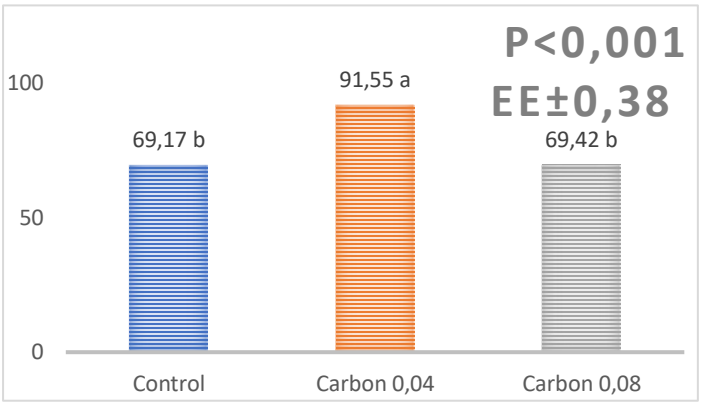

Figura 5. Coeficiente de digestibilidad de Fosforo en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata AA*) y suplementados con biochar de eucalipto. [ab] Letras distintas presentan diferencias significativas para (p<0,05).

En la (Figura 6) se presenta el coeficiente de digestibilidad del potasio en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA) suplementados con biochar de eucalipto. El mejor aprovechamiento (p<0,05) se encontró para el tratamiento que se suplemento con 0,04 % de biocarbón. No existe diferencias significativas (p<0,05) entre el tratamiento 0,08 % y control, respectivamente.

En esta investigación se obtuvo una buena digestibilidad del potasio, y el mayor aprovechamiento se obtuvo en el tratamiento con 0,04% de biochar. En una investigación desarrollada por Cravero *et al*., (2003) realizada con mote cocido amarillo obtuvieron aprovechamientos del (80 %). Cuéllar (2021) menciona que el K es un macronutriente esencial en la vida del animal ya que activa varias enzimas metabólicas, para un mejor aprovechamiento de carbohidratos y proteínas en la dieta, en caso de su deficiencia se estaría reflejando problemas musculares como debilidad y trastornos alimenticios acarreando grandes pérdidas.

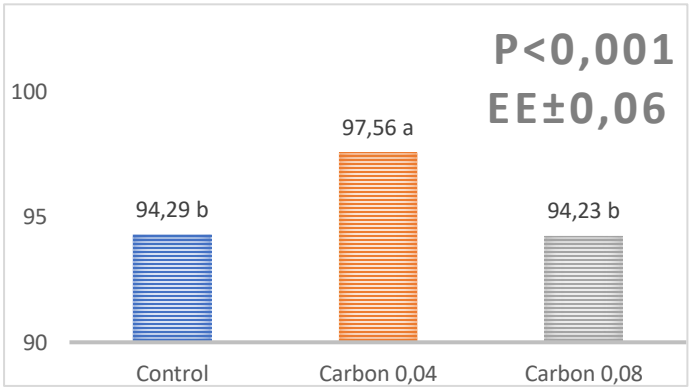

Figura 6. Coeficiente de digestibilidad de Potasio en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata AA*) y suplementados con biochar de eucalipto. [ab] Letras distintas presentan diferencias significativas para (p<0,05).

En la (Figura 7) se presenta el coeficiente de digestibilidad de fibra en cerdos alimentados con ensilado de banano orito *(Musa acuminata AA)* suplementados con biochar de eucalipto. No existe diferencias significativas (p>0,05) entre el tratamiento 0,08 % y control, respectivamente. El mejor aprovechamiento para (p<0,05) se encontró para el tratamiento que se suplemento con 0,04 % de biocarbon.

En la investigación realizado por Asitimbay (2019), en cerdos criollos en etapa de ceba, obtuvo un coeficiente de aprovechamiento de digestibilidad del (89,98%) de fibra en la dieta suministrada con Sacha inchi *(Plukenetia volubilis*) valores inferiores a los que se obtuvieron en esta investigación, no obstante, esto se debe a la presencia de una porción soluble de celulosa, hemicelulosa las cuales pueden ser asimiladas por la acción de algunos microorganismos principalmente por hongos y bacterias incrementando así la digestibilidad de la pared celular. En otros estudios conducidos por Caicedo *et al*., (2019) se puede evidenciar que con la inclusión del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes Kunth*) implementado en la dieta para cerdos de crecimiento refleja un aprovechamiento de la fibra del (77,40%).

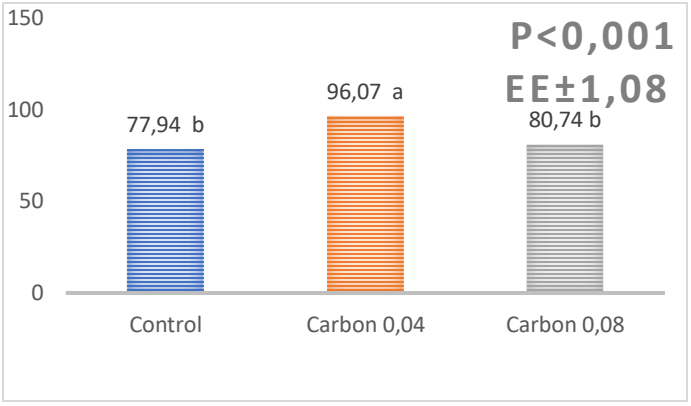

Figura 7. Coeficiente de digestibilidad de Fibra en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata AA*) y suplementados con biochar de eucalipto. [ab] Letras distintas presentan diferencias significativas para (p<0,05).

En la (Figura 8) se presenta el coeficiente de digestibilidad de ELN en cerdos de crecimiento alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA) suplementados con biochar de eucalipto, se puede evidenciar que si existe diferencias significativas para (P<0,05) entre todos los tratamientos. El mejor aprovechamiento (p<0,05) se encontró para el tratamiento que se suplemento con 0,04%, seguido por el tratamiento 0.08% de biocarbon y control, correspondiente.

En este estudio con FEL de banano orito y suplementación dietética de biochar se obtuvo un buen aprovechamiento de ELN (97,05%). Valores similares fueron reportados en investigación realizada por Caicedo *et al*., (2019) en cerdos de crecimiento alimentados con FES de banano orito, lograron un aprovechamiento de 93,33%. En otra investigación realizada con banano orito Guamán (2019) obtuvo un aprovechamiento de ELN (96,39%). El óptimo aprovechamiento de nutrientes puedo deberse a la presencia BAL aportadas por el yogurt natural que permitió el desarrollo de este microorganismo benéficos, los cuales reducen o eliminan los metabólicos secundarios de los alimentos (Vargas & Pérez, 2018).

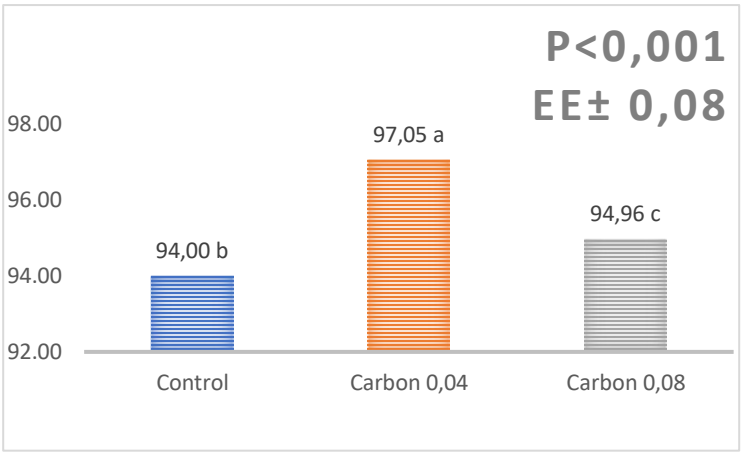

Figura 8. Coeficiente de digestibilidad de ELN en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata AA*) *y* suplementados con biochar eucalipto. [abc] Letras distintas presentan diferencias significativas para (p<0,05).

En la (Figura 9) se presenta el coeficiente de digestibilidad de energía en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata* AA) suplementados con biochar de eucalipto, se puede evidenciar que si existe diferencias significativas para (p<0,05) entre todos los tratamientos. El mejor aprovechamiento (p<0,05) se encontró para el tratamiento que se suplemento con 0.04% de biocarbón.

En cerdos de crecimiento Guamán (2019), evaluó la digestibilidad de Energía con ensilado sólido de banano orito y obtuvo un coeficiente de (95,11%). Mientras Caicedo *et al*., (2019) con harinas de banano orito verde reporto un aprovechamiento de (86,96%), valores inferiores a los que se obtuvieron en esta investigación con ensilado líquido y biochar de eucalipto, el mejor aprovechamiento se debe a la presencia de BAL y levaduras. La incorporación de alimentos fermentados y biocarbón en una concentración adecuada en la dieta animal reduce la presencia de enfermedades gastrointestinales generando una buena conversión alimenticia (Saavedra, *et al*., 2020).

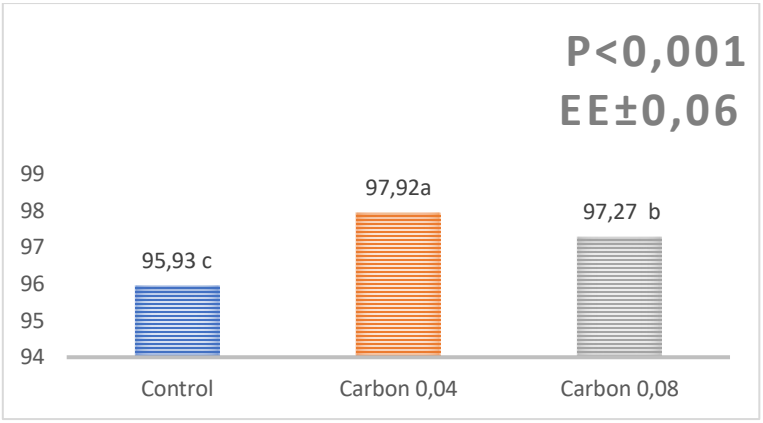

Figura 9. Coeficiente de digestibilidad de Energía en cerdos alimentados con ensilado de banano orito (*Musa acuminata AA*) *y* suplementados con biochar eucalipto. abc Letras distintas presentan diferencias significativas para (p<0,05).

4. CONCLUSIONES:

- El ensilado líquido de banano orito, suplementado con biochar de eucalipto al 0.04% presentó altos coeficientes de aprovechamiento de la MS (97,13%), PB (95,11%), EE (96,34%), Ca (90,26%), P (91,55%), K (97,56%), FB (97,06%), ELN (97,05) y EB (97,92%), constituyendo un alimento con características nutricionales adecuadas para el ganado porcino en la etapa de crecimiento.
- La inclusión de 0,08% de biochar de eucalipto con ensilado líquido de banano orito en la alimentación de cerdos no incrementó el aprovechamiento de nutrientes.

5. REFERENCIAS

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. Gaithersburg, MD, USA: AOAC INTERNATIONAL.

Asitimbay, D. (2019). Digestibilidad aparente de nutrientes del Sacha inchi (Plukenetia volubilis) en cerdos criollos de ceba.

Bolívar, A. (2021). Dieta líquida rica en ácidos grasos, estrategia de alimentación para cerdos en el trópico. *Sistemas de Producción Agroecológicos, 12*(1), 76-101. doi:http://dx.doi.org/10.22579/22484817.739

Brooks, P. (2008). *Alimentación líquida fermentada en porcino.* Obtenido de https://www.3tres3.com/latam/articulos/alimentacion-liquida-fermentada-en-porcino_10687/

Butphu, S., Rasche, F., Cadisch, G., & Kaewpradit, W. (2019). Eucalyptus biochar application enhances Ca uptake of upland rice, soil available P, exchangeable K, yield, and N use efficiency of sugarcane in a crop rotation system. *Journal Plant Sciences and Soil Science, 183*(1), 58-68. doi:https://doi.org/10.1002/jpln.201900171

Caicedo, W., Ferreira, F., Viáfara, D., Guaman, A., Socola, C., & Moyano, J. (2019). Composición química y digestibilidad fecal en cerdos del fruto de chontaduro (Bactris gasipaes Kunth) fermentado. *Livestock Research for Rural Development, 31*(9), 11. Retrieved from http://www.lrrd.org/lrrd31/9/orlando31140.html

Caicedo, W., Moya, C., Tapuy, A., Caicedo, M., & Perez, M. (2019). Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30*(2), 580-589. doi:http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16078

Caicedo, W., Rodríguez, R., Lezcano, P., Ly, J., Vargas, J., Uvidia, H., . . . Flores, L. (2017). Digestibilidad rectal de nutrientes en cerdos de crecimiento ceba, alimentados con ensilaje de taro (Colocasia esculenta (L.) Schott). Nota técnica. *Cuban Journal of Agricultural Science, 51*(3).

Cravero, A., Morón, M., & Ramón, A. (2003). Composición Química y Digestibilidad del Mote. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 53*(4), 418-424. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400014.

Cuéllar, J. (2021). *Los minerales son elementos indispensables en la nutrición animal pues cumplen múltiples funciones en la fisiología de todos los sistemas.* Obtenido de Veterinaria Digital: https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-los-minerales-en-la-nutricion-animal/

Diniz, T., Granja, T., De Oliveira, M., & Viegas, R. (2014). Uso de subproductos del banano en la alimentación animal. *Revista Colombiana de Ciencia Animal, 6*(1), 194-212. doi:https://doi.org/10.24188/recia.v6.n1.2014.260

Emmanuel, A., Herradora, M., & Ramírez, G. (2019). *La Participación de los Minerales en la Alimentación Porcina.* Obtenido de https://bmeditores.mx/porcicultura/la-participacion-de-los-minerales-en-la-alimentacion-porcina-2321/

Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, J. (2016). Alimentación animal con biocarbón: un enfoque sostenible para la ganadería. *vol.34* .

Espinoza, N. (2021). Dietas líquidas fermentadas como estrategias para nutrición en cerdos. Obtenido de http://hdl.handle.net/10521/4802

Estrada, C. (2018). Composición química y digestibilidad aparente de los nutrientes de la harina de rechazo de banano orito (Musa acuminata AA) en cerdos Largewhite x Pietrain en la etapa de crecimiento.

Guamán, A. (2019). Composición química y digestibilidad de nutrientes del banano orito (Mussa Acuminata AA) ensilado en cerdos de crecimientos landrace x duroc x pietrian.

InfoStad. (2020). *Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado.* Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10346/Manual_INFOSTAT_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ionita, E. (2022). *Veterinaria Digital*. Obtenido de https://www.veterinariadigital.com/noticias/reproductoras-porcinas-en-ecuador/#:~:text=En%20el%20pa%C3%ADs%20existen%20100,%2C%20en%202020%2C%20170%20mil

Lopez, D., Lee, S., & Stein, H. (2022). Effects of microbial phytase on standardized total tract digestibility of phosphorus in feed phosphates fed to growing pigs. *Ciencias animales, 100*(12). doi:https://doi.org/10.1093/jas/skac350

Madrigal, L., Hernández, J., Carranco, M., Calvo, M., & Casas, R. (2018). Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” Colocasia esculenta L. Schott). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 68*(2), 175-183. Obtenido de https://www.alanrevista.org/ediciones/2018/2/art-8/

Martínez, M., Vargas, L., & Gómez, V. (2013). Aflatoxinas: Incidencia, impactos en la salud, control y prevención. *12*(2), 89-109. Obtenido de https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/biosalud/article/view/4698/4287

Medel, P., & González, G. (2008). *Alimentacion liquida y fermentacion en porcinos.* Obtenido de 3tres3.com/latam/articulos/alimentacion-liquida-fermentada-en-porcino_10692/

Muñoz, I., Malapa, R., Michalet, S., Lebot, V., & Legendre, L. (2016). Secondary metabolite diversity in taro, Colocasia esculenta (L.) Schott, corms. *Journal of Food Composition and Analysis, 52*, 24-32. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.07.004

Nava, M., Vázquez, A., & Méndez, A. (2021). Las aflatoxinas en el sector agropecuario y el potencial de los adsorbentes derivados de plantas. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 29*(84). doi:https://doi.org/10.33064/iycuaa2021842912

Paniagua, J. (2020). *Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización.* Obtenido de porciNews.com: https://porcinews.com/nutricion-de-los-cerdos-en-crecimiento-y-finalizacion/?reload=yes

Paulino, J. (2016). *Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización.* Obtenido de El sitio porcino: https://www.elsitioporcino.com/articles/2683/nutrician-de-los-cerdos-en-crecimiento-y-finalizacian-1-introduccian/

Pico, O. (2021). Digestibilidad aparente de nutrientes en cerdos de engorde alimentados con dietas alimenticias alternativas.

Ramírez, M., Silva, K., Belmont, P., & Freire, W. (2014). Tabla de composición de alimentos del Ecuador: Compilación del Equipo técnico de la ENSANUT-ECU. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/272026302

Rezar, V., Salobir, J., Levart, A., Tomažin, U., Škrlep, M., Batorek, N., & Čandek, M. (2018). La suplementación con taninos afecta las características de la canal y de la calidad de la carne. *133*, 95-102. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.06.012

Rios, A., & Muñoz, L. (2022). La yuca (Manihot esculenta) como alternativa sostenible en porcinos. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/handle/10596/51824

Rodríguez, M. (2015). *Estudio de factibilidad financiera para la comercialización de cortes de carne de cerdo en la provincia de Santa Elena.* Trabajo de Graduación, La Libertad. Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2254

Rodriguez, R. (2020). *Fuentes de Fósforo en la nutrición animal*. Obtenido de Engormix: https://www.engormix.com/mbr-547234/ronall-rodriguez

Saavedra, G., Borrás, L., & Cala, D. (2020). Ensilaje liquido de residuos de durazno (Prunus pérsica) como alternativa para la alimentación animal. *Ciencia en Desarrollo, 11*(1), 33-42. doi:https://doi.org/10.19053/01217488.v11.n1.2020.8960

Schmidt, H., Hagemann, N., Draper, K., & Kammann, C. (2019). The use of biochar in animal feeding. *PeerJ*. doi:https://doi.org/10.7717%2Fpeerj.7373

Thuy Hang, L., Preston, T., Leng, R., & Xuan Ba, N. (2018). Effect of biochar and water spinach on feed intake, digestibility and N-retention in goats fed urea-treated cassava stems. *Livestock Research for Rural Development, 30*, 1-5. Retrieved from http://www.lrrd.org/lrrd30/5/thuyh30093.html

Valencia, A., Hernández, A., & López, L. (2011). El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? *La ciencia y el hombre, 24*(2). Obtenido de https://www.uv.mx/personal/lorelopez/files/2011/05/ENSILAJE.pdf

Vargas, Y., & Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas, 14*(1), 59-72. doi:http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.3108

Vera, M. (2011). Elaboración y aplicación gastrónomica del yogur. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1554.

Viamonte, M., Tipanquiza, M., Tintín, C., Sánchez, J., Caicedo, W., Ramírez, A., & Vargas, J. (2020). Digestibilidad aparente de una dieta con inclusión de harina de semillas de Sacha inchi (Plukenetia volubilis L) en cerdos criollos de crecimiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31*(4). doi:http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19245

Vila, P., Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. (2018). A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. *Food and Chemical Toxicology, 114*, 246-259. doi:https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.044

Villacrés, J., Villón, E., & Ortega, L. (2018). Evaluación de dietas balanceadas en cerdos de engorde en la comuna Bellavista del Cerro, parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE, 5*(2), 22-29.

6. ANEXOS

6.1. Aporte nutricional del banano orito (*Musa acuminata* AA)

El banano orito es una planta perteneciente a la familia (Musácea) de poco vigor, aunque puede alcanzar los cuatro metros, en su punto de madures su pulpa es amarilla, suave y dulce con gran aroma. Su racimo generalmente es grande, presenta frutos pequeños y gran número de dedos cortos y gruesos cuando está lista para cosecha suelen, maduran muy rápido, son una excelente fuente de vitaminas B6, vitaminas C, fibra y potasio (Rezar, et al., 2018). Para la alimentación animal la fruta tiene un alto valor nutricional, por su bajo contenido de materia seca y alta concentración de carbohidratos no estructurales la que se encuentra específicamente en su pulpa, estas frutas también son fuente de energía en forma de almidón cuando estas se encuentran en su forma verde o inmaduras y cuando están en su avanzado estado de maduración tienen gran concentración de sacarosa (Diniz, *et al*., 2014).

Tabla 1. Composición química del banano orito

Parámetros	Unidad de medida	Valores
Humedad	%	68,9
Calorías	Cal	111
Proteína	g	1,2
Extracto estéreo	g	0,2
Carbohidratos totales	g	29,2
Fibra	g	0,6
Cenizas	g	0,5
Calcio	mg	6
Fosforo	mg	21
Hierro	mg	0,7

Fuente: (Ramírez, *et al*., 2014).

6.1.1. Factores anti - nutricionales del banano orito

El principal factor anti –nutricional que posee la fruta del banano son los taninos, por su sabor astringente de la fruta cuando esta se presenta en su estado verde, lo cual es todo lo contrario cuándo es suministrada en dietas en estado de madurez, los cuales influyen de manera negativa en el consumo voluntario de alimento y a su proceso digestivo ya que inhiben la acción de las enzimas proteolíticas (Diniz, *et al*., 2014).

6.2. Fermentación en estado líquido (FEL)

La fermentación liquida o también conocida como la fermentación sumergida (FEL) es la misma que presenta una concentración de agua y sustrato sólido, es decir que hay una solución de nutrientes. Este tipo de fermentación es la más utilizada en la industria ya que

es sencilla de realizar, su control mucho más variable y su fácil recuperación a diferencia de la fermentación solida (FES), los microrganismos en la fermentación liquidan se desarrollan de una forma típica, dando origen a una fase de latencia, de crecimiento, fase estacionaria y por último la fase de muerte (Espinoza, 2021).

Según Bolívar (2021), las dietas liquidas son una gran alternativa a incorporar en la alimentación de sistemas productivos con algunas ventajas: existe flexibilidad en el uso de alimentos, menor pérdida de alimentos desde que inicia su preparación hasta su distribución, mayor consumo en períodos críticos de producción, rápido crecimiento de los animales, mejor índice de conversión, aumento de la ingesta de alimentos y mayor digestibilidad ayuda a la población microbiana en el tracto gastrointestinal. Sin embargo, puede existir algunos problemas como son el no abastecimiento de agua potable suficiente y temperatura adecuada, lo cual estaría generando la deshidratación de los animales y que el alimento engestado no se aprovecha de forma equilibrada.

6.3. Efectos de la Fermentación en estado líquido (FEL) en los indicadores de digestibilidad en cerdos.

La fermentación liquida generalmente mejora la digestibilidad de la materia seca de la proteína de una dieta en un 3 y 8% en donde ayuda a acelerar el crecimiento en un 11%, las industrias generalmente están relacionadas con la producción de papa, verduras, leche, yogurt y almidón generando así coproductos que pueden ser valorizadas y representar una reducción en el costo en base a dietas liquidadas para los cerdos. Muchos de estos subproductos qué significan para prevenir su deterioro, se ha demostrado que la incorporación de estos ingredientes acidificados en las dietas líquidas reduce significativamente la incidencia de salmonela y otros entomopatógeno del cerdo. Cuando los cereales se mojan se produce una fermentación espontánea por las bacterias y el ácido láctico (BAL) presentes de forma natural, en circunstancias y doñas la fermentación genera cantidades importantes de ácido láctico reduciendo así la incidencia de problemas sanitarios originados por estos microorganismos (Brooks, 2008).

6.4. Ventajas del ensilaje.

Según Valencia, *et al*., (2011) **las ventajas de la utilización de ensilajes líquidos son:**

- Se pueden almacenar los recursos alimenticios por largos periodos prolongados sin que afecte su composición y calidad nutricional.
- Reduce los niveles de nitrógeno y fosfato en el purín.
- Ahorro en los costos de producción y sobre todo mejora las condiciones de los animales y acelera su crecimiento.
- Reduce la incidencia de salmonella en la carne de cerdo.

6.5. Producción porcina a nivel mundial y del Ecuador

Rodríguez (2015) plantea que los 5 principales productores de carne de cerdo a nivel mundial son China con el 50% seguido por la Unión Europea con el 21% y Estados Unidos con un 10% mientras que Brasil produce un 3% y Rusia un 2% representando un conjunto de un total de 86% de la producción a nivel mundial, siendo los principales países de exportación Estados Unidos con un 33% y la Unión Europea con un 30%, con 3% China en dónde representa un conjunto del 92% qué ofertan carne del total a nivel mundial.

La demanda de carne de cerdo en el mercado ha hecho que pequeñas, medianas y grandes empresas incrementan sus niveles de producción. Mientras tanto en el Ecuador se produjo aproximadamente 180 mil toneladas de carne de cerdo y entre el año 2020 se produjo 170 siendo el consumo per cápita de carne de cerdo también ha registrado un pequeño de retroceso, la mayoría de las granjas porcinas se encuentran ubicadas entre las regiones Sierra y Costa distribuidas en las provincias de Santo Domingo de las Tsáchilas, Guayas, Pichincha, Manabí y El Oro respectivamente (Ionita, 2022).

6.6. Alimentación del cerdo en etapa de crecimiento

La alimentación representa entre 65 y 70% de los costos de producción de un cerdo en la etapa de crecimiento, se debe formular dietas bien equilibradas que contengan los siguientes nutrientes necesarios para su alimentación en cantidades correctas, considerándose cada etapa fisiológica, peso edad sexo y potencial genético, Estado de salud y temperatura del medio ambiente. En donde el consumo voluntario en los cerdos debe ser

regulado por varios factores. Estos factores directamente afectan la ingesta de alimento y puedan aumentar o disminuir la ingesta total. Es esencial controlar los factores que afectan el consumo de alimentos para asegurar una alimentación adecuada al animal y sobre todo que la ingesta no se restrinja (Paulino, 2016).

6.7. Digestibilidad de nutrientes en cerdos de crecimiento

Los cerdos en crecimiento no tienen la capacidad para digerir o fermentar la fibra en el intestino grueso, mientras que los cerdos adultos si son capaces de digerir la fibra, pero la energía disponible de este proceso es relativamente baja. En el cual un aumento en la fibra favorece a la velocidad el paso de los nutrientes en el tracto intestinal. La fibra dietética se deteriora principalmente por la actividad microbiana intestinal y los productos finales de la fermentación bacteriana en el colon donde proporcionan a los cerdos entre un 5 y 20% de energía total (Guamán, 2019).

6.8. Obtención del Biocarbón

El biocarbón es el producto de la descomposición térmica de materiales orgánicos con escaso suministro de oxígeno (pirólisis), a temperaturas relativamente bajas (inferiores a los 700 °C). El análisis de los resultados, indica que un biocarbón con amplias capacidades de utilización en los alimentos de los animales en dosis mínimas no tiene ningún efecto negativo, ya que lucha con cierto tipo de enfermedades que afecta a los animales. Tiene una gran capacidad de absorción, la que permite absorber y reducir sustancias nocivas en el alimento, como micotoxinas, toxinas vegetales, residuos de pesticidas, patógenos, metales pesados y contaminantes orgánicos reduciendo así el daño potencial causado por estas sustancias en los animales. Contiene varios nutrientes como calcio, magnesio y hierro estos pueden proporcionar micronutrientes adicionales para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales, y por ende, la estructura de la fibra, su capacidad de absorción le permite absorber y retener una gran cantidad significativa de agua y materia orgánica ayudando a su almacenamiento y reduciendo la pérdida de nutrientes (Escalante, et al., 2016).

6.9. Efectos del carbón activo frente a aflatoxinas

Según Martínez et al., (2013) las aflatoxinas son compuestos químicos producidos por el hongo *Apergillus flavus, A. parasiticus y A. nonius,* siendo tóxicos para la salud animal y humanos, pueden resultar cancerígenos en las dos especies con el simple hecho del consumo constante de los animales contaminados. En cerdos estos compuestos causan daños irreversibles como son los daños hepáticos, baja la tasa de crecimiento, contrae problemas gastrointestinales, anorexia, diarreas, baja su productividad y finalmente su muerte, su efecto es distinto tanto en aves bovinos y caballos (Vila, *et al*., 2018).

Por otra parte, Nava et al., (2021) menciona que existen métodos para la descontaminación y detoxificación, los cuales se basan en estrategias físicas, químicas y biológicas, sin embargo las estrategias físicas son las más eficientes con el uso de absorbentes, también nos menciona que dentro de los absorbentes utilizados son el carbón activado que tiene la capacidad de atrapar las micotoxinas reduciendo su disponibilidad en los alimentos y evitando su propagación en el tracto digestivo del animal.