

Original

Efecto de piensos fermentados con microorganismos autóctonos multipropósito en parámetros productivos de precebas porcinas

Effect of Feeds Fermented with Multipurpose Autochthonous Microorganisms on the Productive Parameters of Pre-Fattening Pigs

Herlinda de la C. Rodríguez Torrens ^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-1964-6640>

Guillermo Barreto Argilagos ¹ <https://orcid.org/0000-0002-0963-0733>

Alfredo Lapinet Cabrera ² <https://orcid.org/0009-0008-3239-7686>

Roberto Vázquez Montes de Oca ¹ <https://orcid.org/0000-0003-0854-3635>

Iván Montejo Sierra ³ <https://orcid.org/0000-0001-5823-2750>

Pablo J. Beretervide Rodríguez ³ <https://orcid.org/0000-0001-6237-5746>

¹ Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba.

² Unidad Estatal de Base (UEB) Mixto Porcino de Camagüey, Cuba.

³ Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

* Autor para la correspondencia(email): herlinda.rodriguez@reduc.edu.cu

RESUMEN

Antecedentes: el destete provoca alteraciones fisiológicas y de la microbiota intestinal que afectan los parámetros productivos establecidos para las precebas porcinas.

Objetivo: evaluar el efecto de piensos fermentados (12 y 24 horas) con microorganismos autóctonos multipropósito en determinados parámetros productivos de precebas porcinas a partir del destete.

Método: se seleccionaron 60 cerdos (York Land x CC21) destetados de 30,9 días y un peso promedio de 8,1 kg. Se dividieron en tres grupos homogéneos de veinte animales: G1 (control): consumió concentrado de inicio y fue medicado con Levamisol, Shotapen ® y Fortius ® para prevenir enfermedades parasitarias y respiratorias. Los grupos experimentales G2 y G3 recibieron 1/3 de la ración como pienso líquido fermentado (12 y 24 horas, respectivamente), como primera oferta matutina y concentrado de inicio el resto del día; no se medicaron. A las tres variantes de alimento se les determinó su porcentaje de proteína bruta y calidad microbiológica. Tras 45 días

de tratamiento se evaluaron las variables ganancia media diaria, conversión alimentaria y peso postdestete.

Resultados: solo el alimento fermentado 24 horas contó con el contenido proteico establecido para precebas y contribuyó al incremento altamente significativo ($P<0,001$) de: ganancia media diaria y peso postdestete al finalizar la experiencia, con una conversión alimentaria más eficiente.

Conclusiones: el empleo de piensos líquidos fermentados 24 horas con microorganismo autóctonos multipropósito es una opción sustentable luego del destete para la alimentación de precebas porcinas.

Palabras clave: alimentos líquidos, cerdos, incremento proteico, prebióticos, probióticos, proteína bruta (*Fuente: AIMS*)

ABSTRACT

Background: Weaning causes physiological changes, as well as transformation of the intestinal microbiota, which can affect the productive parameters of pre-fattening pigs.

Aim. To evaluate the effect of feeds fermented (12 and 24 hours) on the productive parameters of post-weaned pre-fattening pigs, using multipurpose autochthonous microorganisms.

Method: A total of 60 pigs (York Land x CC21) were selected at 30.9 days of weaning, weighing 8.1 kg on average. Three groups of twenty animals each were created: G1 (control): consuming the starter feeds, and receiving Levamisole, Shotapen ®, and Fortius to prevent parasitic and respiratory diseases. Experimental groups G2 and G3 received $\frac{1}{3}$ of the ration in the form of fermented liquid feed (12 and 24 hours, respectively), as the first choice in the morning, along with starter feedstuff the rest of the day, and received no medication. The crude protein and microbiological quality were determined in each feeding alternative. After 45 days of treatment, the mean daily gain, feed conversion, and post-weaned weight were evaluated.

Results: Only the feed fermented for 24 hours showed the adequate protein contents for pre-fattening animals, and caused a highly significant increase ($P<0.001$) in mean daily gain and post-weaned weight, with a more efficient feed conversion at the end of the experiment.

Conclusions: The inclusion of liquid feedstuffs upon 24h-fermentation with multipurpose autochthonous microorganisms was a sustainable alternative to feed pre-fattening pigs.

Keywords: liquid feeds, pigs, protein increase, prebiotics, probiotics, crude protein (*Source: AIMS*)

Recibido: 12/1/2023

Aceptado: 20/2/2023

INTRODUCCIÓN

El período posterior al destete en las producciones porcinas es un punto neurálgico en el que la efectividad de las medidas zoo-higiénicas y las decisiones adoptadas redundan en el desarrollo final de las precebas. El estrés con el que inicia la etapa ejerce un impacto negativo en la

homeostasis intestinal de los animales. Entre sus efectos inmediatos destaca la alteración morfológica y fisiológica de las microvellosidades. Un fenómeno que se traduce en una notable reducción en la absorción de nutrientes. La ingestión de concentrados secos agrava el daño al punto de comprometer la efectividad del 60 % de estas estructuras (Barreto, Rodríguez y Campal, 2020).

La fermentación de piensos con bacterias ácido lácticas (BAL), además de ser la variante más simple en sustitución a los antibióticos como promotores del crecimiento, contribuye a la reparación de los daños de las microvellosidades y provee la instauración de *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., al igual que de otras especies bacterianas con acción probiótica. La consecuente reducción del pH, así como la producción de ácido láctico disminuyen las afectaciones por enteropatías (Missotten *et al.*, 2015; Rodríguez *et al.*, 2021). El fermentado obtenido cuenta con un incremento en los niveles proteicos. Un aumento también cualitativo pues las proteínas microbianas generadas son más asimilables por los animales (Polyorach *et al.* 2018).

Las mezclas de microorganismos del tipo EM (*efficient microorganisms*), IH-plus (Indio Hatuey-plus) y MAM (microorganismos autóctonos multipropósito), según el propósito que se les dé, pueden contener bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei* y *Streptococcus lactis*), bacterias fotótrofas (*Rhodopseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*), actinomicetos (*Streptomyces albus* and *Streptomyces griseus*), levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*) y hongos filamentosos (*Aspergillus oryzae*, *Penicillium* sp. y *Mucor hiemalis*). Los mismos se reajustan como consorcios que se adecuan al entorno dado. Para ello desarrollan dependencias sinérgicas que garantizan su subsistencia y la exclusión de los patógenos transitorios (Barreto *et al.*, 2021; Rodríguez *et al.*, 2021).

Tanto los EM como los MAM se aplican a las crías porcinas de forma directa, o en el agua de bebida, con el objetivo de estimular los parámetros productivos e indicadores de salud (Rodríguez *et al.*, 2013; Rodríguez *et al.*, 2021; Barreto *et al.*, 2015. Barreto *et al.*, 2021). En tanto que a las precebas y cebas se les dosifica junto con los concentrados al momento de dar las raciones (Valdés *et al.*, 2019). No existen precedentes sobre la fermentación de piensos con estas mezclas microbianas, así como del tiempo óptimo que requiere dicho proceso.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de piensos fermentados (12 y 24 horas) con microorganismos autóctonos multipropósito en determinados parámetros productivos de precebas porcinas a partir del destete.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el área de reproducción y crecimiento de una Unidad Estatal de Base (UEB) Mixto Porcino de Camagüey. El diseño experimental abarcó un periodo de 45 días en los

que se evaluó, luego del destete, el efecto de piensos fermentados con microorganismos autóctonos multipropósito (MAM) en los principales parámetros productivos de precebas en crecimiento.

Animales

Se utilizaron 60 cerdos destetados, de aproximadamente 30 días y un peso promedio de 8,1 kg. Se seleccionaron al azar del total de precebas destetadas de 10 reproductoras York Land (entre el segundo y tercer parto) y sementales CC21. A partir de los mismos se confeccionaron tres grupos de 20 animales, distribuidos en un diseño totalmente aleatorio.

- Grupo 1 (G1): consumió pienso de inicio (**Tabla 1**) en las cantidades establecidas (**Tabla 2**) sin mezclar con los MAM, por lo que actuó como control. En la segunda semana de preceba se medicaron con Levamisol y Shotapen ® L.A. (forma comercial compuesta por: Penicilina G procaína 100 000 UI, Penicilina G benzatínica 100 000 UI y Dihidroestreptomicina base 200 mg). Posteriormente, en la cuarta semana, también con fines profiláctico, se trataron con Fortius ® L.A. (cada mL contiene 100 mg de Enrofloxacin). Todos estos productos se aplicaron por vía parenteral, acorde a lo establecido en el programa para la prevención de procesos respiratorios y parasitarios de la UEB, como describen Rodríguez *et al.* (2021).
- Grupo 2 (G2): recibió 1/3 de la ración de concentrado de inicio mezclado homogéneamente con MAM y luego cubierto con agua para condicionar su fermentación. El volumen tratado se calculó en base a la proporción: 120 mL del biopreparado/cerdo/día. El procedimiento se realizó en una cubeta de 20 L sobre la que se colocó una tapa no hermética para evitar el contacto con insectos y roedores. Luego de lo cual se mantuvo en un lugar fresco durante 12 horas hasta su utilización. La operación se repitió cada día hasta finalizar el experimento.
- Grupo 3 (G3): consumió concentrado de inicio en iguales proporciones a las descritas anteriormente, pero fermentado durante 24 horas.

Tabla 1. Composición de los concentrados para precebas según el fabricante.

Componentes	Porcentaje	Componentes	Porcentaje
Maíz	54.55	Metionina	0.10
Soya	37.50	Lisina	0.40
Calcio	0.80	Colina	0.15
Fosfato	0.90	Biotónico	0.10
Sal	0.30	Glucosil ampliado	0.20
Núcleo porcino	2.50	Azúcar	2.50

Fuente: Rodríguez *et al.* (2021).

Tabla 2. Tecnología de alimentación para precebas

Semana tecnológica	Per cápita/animal/día (kg)	Consumo/grupo/semana (kg)
Semana 1	0,228	31,92
Semana 2	0,44	61,6
Semana 3	0,68	95,2
Semana 4	0,98	137,2
Semana 5	1,32	184,8

Semana 6	1,6	224,0
Semana 7	1,97	118,2
Consumo Total	7,218	852,92

Fuente: **Rodríguez *et al.* (2021).**

En las dos últimas variantes (experimentales) no se aplicó ningún tipo de medicamento. Los piensos fermentados (12 y 24 horas) se suministraron como primera oferta en la mañana; durante el resto del día los animales consumieron pienso de inicio (2/3 de la ración) igual que los del grupo control. Un mismo técnico agropecuario atendió los tres grupos, ubicados en sistemas de crianza Flat-Deck y con agua disponible a voluntad a través de tetinas.

Toma y procesamiento de las muestras de alimento analizadas

Se realizó por el método de los cuartos. A tal fin se dividió la tanqueta en cuatro partes para la toma de porciones de dos cuartos opuestos. El procedimiento se repitió sucesivamente para garantizar la cantidad equivalente a tres réplicas. Su traslado al Laboratorio de Control Agroambiental (LABCA), de la Universidad de Camagüey, se realizó en bolsas de polietileno transparente de 1 kg, debidamente identificadas y amarradas para evitar la pérdida de la humedad. Se trabajaron al momento para no violentar el tiempo de acción de los MAM.

Determinación de los porcentajes de proteína bruta (PB)

Se determinó por el método de Kjeldahl, mediante un sistema Kjeltex I. Cada alimento contó con tres réplicas. Los contenidos se expresaron como $PB = N \times 6,25$ según las recomendaciones de la *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC, 1995).

Análisis microbiológico de los piensos

El análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio Territorial de Camagüey, perteneciente a la Oficina Nacional de Inspección Estatal (ONIE) del Ministerio de la Industria Alimentaria. Para el traslado de las muestras se adoptaron las medidas descritas anteriormente. Las determinaciones se efectuaron acorde a la NC 605:08, para la detección de *Salmonella* y la NC 1004: 2016, concerniente a la enumeración de levaduras en productos no lácticos (ufc/g).

Preparación y activación de los MAM

La madre líquida, adquirida en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, se propagó y activó como sugieren Barreto *et al.* (2021). A las dos semanas se logró un producto con el color propio de las mieles finales, el olor característico de las fermentaciones lácticas y un

pH inferior a 3,5. Esta forma activada de los MAM fue la utilizada en las fermentaciones de los piensos.

Comportamiento productivo

Para evaluar el efecto de los tres tratamientos en los parámetros productivos de las precebas se determinó la ganancia media diaria (GMD), la conversión alimentaria (CA) y el peso postdestete (PPD) luego de 45 días. Se efectuaron dos pesajes: al inicio (30 días de nacidos) y al final del experimento (75 días de edad). Ambos procedimientos se realizaron en horas de la mañana antes de que los animales se alimentaran. En todos los casos se utilizó una pesa marca Salter para 50 kg y precisión de $\pm 0,01$ kg.

Análisis estadístico

A los valores de PB obtenidos en las tres réplicas de los piensos investigados se aplicó un ANOVA simple y, para la comparación de medias, empleó el método de mínima diferencia significativa. Para el estudio de las variables dependientes: ganancia media diaria (GMD), conversión alimentaria (CA) y peso postdestete (PPD) a los 45 días se realizó un análisis de varianza para determinar su comportamiento en los grupos investigados y su significación. Como variable independiente se tomó el tratamiento aplicado al pienso de inicio con los MAM, tanto a las 12 como a las 24 horas, lo cual permitió evaluar el efecto del tratamiento intergrupar mediante el Test de Comparación Múltiple. Previamente se aplicaron modelos que además del tratamiento incluyeron la edad y el peso al destete como covariables, las cuales finalmente se desestimaron al no resultar significativas, excepto en el caso del PPD que fue ajustado para un valor del peso al destete de 8,1 Kg, En todas las determinaciones se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS versión 23 (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentajes de proteína bruta en los piensos empleados

Las tres variantes de concentrado analizadas estaban aptas para el consumo desde el punto de vista microbiológico (NC 605:08), pero solo el pienso fermentado durante 24 horas con los MAM contó con el porcentaje de proteína bruta que se sugiere en el Manual de procedimientos técnicos para la nutrición de precebas porcinas (Macías *et al.*, 2015) (**Tabla 3**).

Tabla 3. Porcentajes de proteína bruta determinados en los tres tratamientos.

Grupos en estudio	Contenido de PB (%) Réplicas	Promedio de PB (%)
Concentrado seco (control)	16,4	16,1 ^a
	16,5	
	15,6	

Concentrado fermentado 12 horas	21,8	20,6 ^b
	20,2	
	20,0	
Concentrado fermentado 24 horas	25,8	26,5 ^c
	27,0	
	26,7	

Leyenda: PB = proteína bruta. Letras diferentes difieren significativamente (p< 0.05)

Los criterios en relación a los requerimientos nutricionales por categorías en las producciones porcinas se han establecido bajo condiciones de alimentación, cruzamiento racial y tenencia propios de cada país, por lo que difieren al momento de compararlos. En el caso de Cuba se ha normado que a los cerdos en crecimiento con un peso entre 5 – 10 kg debe proporcionárseles concentrados con un 23,70 % de proteína bruta. Valor que irá disminuyendo a medida que los animales incrementen su peso (Macías *et al.*, 2015). El suministrado por el fabricante para estos experimentos no cumplía el requisito. Algo que, con frecuencia, ocurre con los alimentos empleados en esta etapa como se verá a continuación.

Boonnop *et al.* (2009) y Polyorach *et al.* (2013), en experiencias independientes encaminadas a mejorar los contenidos de proteína bruta en alimentos a base de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) mediante fermentación con *Saccharomyces cerevisiae*, lograron valores entre 30,4% y 47,0%, respectivamente. Resultados notables si se tiene en cuenta que antes de los tratamientos los porcentajes oscilaban entre 2% y 3 %. Polyorach *et al.* (2013) achacaron el cambio al elevado crecimiento de la levadura ($3,0 \times 10^{11}$ células/mL). Fenómeno asociado a la capacidad de *Saccharomyces cerevisiae* de segregar enzimas extracelulares (amilasas, linamarasa y celulasa) en la masa de yuca y degradar almidones y otros polímeros que contribuyen a dicho crecimiento.

En aras de precisar mejor el rol microbiano en los resultados previos, Polyorach *et al.* (2018) llevaron a efecto una experiencia con pulpa fresca y un rayado seco de yuca (con contenidos de PB iguales a 3,1^f % y 3,5^f %, respectivamente) que sometieron a fermentaciones con: levaduras (Y), microorganismos eficientes (EM) y una mezcla de ambos (EMY). Luego de tres días de interacciones microorganismos – sustrato a la sombra, seguidos de un secado al sol durante 48 h, los contenidos de PB del sustrato molido fresco fueron: 28,7^e % (Y), 30,4^d % (EM) y 31,8^c % (EMY). En tanto los valores obtenidos para el rayado seco ascendieron a: 42,1^b % (Y), 44,2^a % (EM) y 45,3^a % (EMY).

Los valores anteriores, además de ratificar los obtenidos previamente (Polyorach *et al.*, 2013), y sin restar protagonismo a las levaduras, demuestran la participación de otros microorganismos presentes en formulaciones mixtas del tipo EM (Valdés Suarez *et al.*, 2022). En dichas mezclas, la presencia bacteriana es elevada y, al igual que las levaduras, se comportan como proteínas unicelulares (*single cell protein*) (Akwu Omede *et al.*, 2018). A lo que se suma el aporte de hongos filamentosos, tanto en lo referente a contenido proteico celular, como en la abundante producción de enzimas extracelulares capaces de degradar complejos polímeros presentes en el

sustrato y convertirlos en nutrientes de bacterias y levaduras. Esta diversidad microbiana, estabilizada como un consorcio, también está presente en los MAM (Rodríguez *et al.*, 2021; Barreto *et al.*, 2021).

En el caso analizado el contenido de levaduras fue de $1,1 \times 10^3$, $2,2 \times 10^3$ y $2,9 \times 10^3$ ufc/g en el pienso sin fermentar y el mismo pre digerido con MAM 12 y 24 horas, respectivamente (NC 1004:2016). Evidencia de que la concentración de levaduras en los piensos fermentados se incrementa con respecto al concentrado seco pese al breve tiempo de fermentación. Lamentablemente, el Laboratorio Territorial de Camagüey en sus evaluaciones microbiológicas no evalúa *Lactobacillus* spp., actinomicetos ni hongos filamentosos, por lo que, aunque presentes en los EM y MAM (Barreto *et al.*, 2021; Valdés Suárez *et al.*, 2022), no se cuantificó su contenido en las tres variables investigadas. No obstante, se ha notificado su contribución a los incrementos de PB en los alimentos fermentados (Polyorach *et al.* (2018).

Efecto de piensos fermentados con MAM en parámetros productivos de precebas

Al evaluar la significación de los tratamientos en las variables en estudio (GMD, CA y PPD) el mayor efecto positivo correspondió a los animales que consumieron pienso fermentado 24 horas con MAM. En este grupo se alcanzaron los mayores valores en ganancia media diaria y peso postdestete con una conversión alimentaria más eficiente. El valor del coeficiente de determinación parcial (ETA^2) respalda la influencia del tratamiento en los resultados logrados. La potencia observada en todos los casos fue ampliamente aceptable, superior al 93 % (**Tabla 4**).

Tabla 4. Comportamiento de las variables en estudio por grupos investigados y su significación.

Variables en estudio	Datos de efecto			Tratamientos en estudio	Valores obtenidos	Significación
	ETA ² (Tratamiento)	Potencia observada	GL			
GMD (g)	,336	,998	57	Control	345,2	***
				12 h	318,3	
				24 h	413,3	
CA (kg)	,211	,936	57	Control	2,8	***
				12 h	3,3	
				24 h	2,3	
PPD (kg)	,336	,998	56	Control	23,9	***
				12 h	22,4	
				24 h	26,6	

Legenda: GMD = ganancia media diaria; CA = conversión alimentaria; PPD = peso postdestete; GL = grados de libertad del error.

El área de preceba comprende cerdos desde el destete hasta no más de 96 días de edad promedio. Momento en el que deben haber adquirido un peso nunca inferior a 35,0 kg. En algunos programas comerciales, y sistemas de crianza especializados, esta estadía se restringe a 75 días y los animales deben superar un mínimo de 25,0 kg (Macías *et al.*, 2015). La propuesta a discusión se adecua a esta segunda variante.

Solo los animales tratados con piensos fermentados durante 24 horas se ajustaron a los requerimientos nutricionales normados para precebas, logrando valores superiores de GMD y

PPD así como una CA satisfactoria en esta categoría porcina. Una correcta interpretación de lo analizado solo es posible cuando los resultados se extrapolan al sitio responsable de tales respuestas: el intestino de estos animales luego del destete. Este órgano alberga una microbiota dinámica, en constante simbiosis con su hospedador, clave para el correcto funcionamiento nutricional, fisiológico e inmunológico de este último (Álvarez *et al.*, 2021). Estas poblaciones microbianas difieren entre animales eficientes e ineficientes, desde el punto de vista productivo. Los primeros cuentan con una mayor presencia de *Lactobacillus* spp. (Fouhse *et al.*, 2016).

Lactobacillus spp. es parte de un conglomerado de especies bacterianas al que, de conjunto, se ha denominado bacterias ácido lácticas (BAL) pues todas, en mayor o menor grado, producen este importante ácido orgánico. Aunque no es el único rasgo que las relaciona: todas abundan en los suelos, pueden establecerse de forma estable como microbiota intestinal en los mamíferos y constituyen uno de los géneros predominantes en las mezclas microbianas tipo EM, HI-plus y MAM (Barreto *et al.*, 2021).

Bifidobacterium, *Lactobacillus*, *Bacillus* y otros géneros bacterianos con la capacidad de instaurarse a nivel intestinal en el animal, ejercen una acción probiótica prolongada, o se activan por estímulo de compuestos de tipo prebiótico o postbiótico. Sin embargo, las levaduras, y *Saccharomyces cerevisiae* constituye el mejor ejemplo, carecen de esta aptitud. Por ello su efecto probiótico es transitorio en concordancia con su permanencia intestinal. De ahí la necesidad de suministrarlo con una mayor sistematicidad en las dietas. Su papel fundamental tiene lugar en el alimento a fermentar. Cuando se emplean correctamente enriquecen cuantitativa y cualitativamente los niveles proteicos del producto y estimulan la actividad enzimática de las microvellosidades, mejorando la ruptura y absorción de los nutrientes (Hancox *et al.*, 2015; Barreto *et al.*, 2021).

Saccharomyces cerevisiae, en crías porcina, además de su contribución probiótica como microorganismo vivo, debido a la elevada concentración de β -glucanos en su pared celular, se comporta como prebiótico (Song *et al.*, 2014) o postbiótico (Tsilingiri y Rescigno, 2013). Ambas acciones se complementan y tienen una influencia positiva en la morfología intestinal, la concentración de aminoácidos (leucina, fenilalanina y arginina) y la disminución del estrés oxidativo tan generalizado en los cerdos destetados (Liu *et al.*, 2017).

El Test de Comparación Múltiple, en función de la variable independiente tratamiento aplicado, demostró que no hubo diferencias significativas entre los animales del grupo control (G1) y los que consumieron pienso fermentado con MAM durante 12 horas (G2) y sí de ambas variantes con las precebas a las que se ofertó el concentrado fermentado 24 horas (G3) (**Tabla 5**).

Sobre este resultado vale enfatizar dos aspectos:

1. Las precebas que diariamente consumieron 1/3 de su ración de pienso fermentado con MAM 12 horas alcanzaron valores en los parámetros evaluados (GMD, CA y PPD) similares a los brindados por los ejemplares del grupo control. Estos últimos fueron tratados profilácticamente con diversos antibióticos. Los mismos, además de costosos (Rodríguez Torrens, Barreto

Argilagos y Hernández Casado, 2022), generan residuales que imponen un riesgo tanto para los animales y su entorno como para los futuros consumidores (Zamora, Ortiz, y Utria, 2020; Barreto *et al.*, 2021). Resultado que confirma los beneficios del suministro de piensos líquidos, en especial los fermentados con microorganismos probióticos, luego del destete (Missotten *et al.*, 2015; Polyorach *et al.*, 2018).

Tabla 5. Resultados del Test de Comparación Múltiple de los tratamientos (mínima diferencia significativa).

Datos de efecto Comparación intergrupos (tratamientos)		Variables en estudio								
		GMD (g)			CA (kg)			PPD (kg)		
		Sig	IC (95%)		Sig	IC (95%)		Sig	IC (95%)	
			LS	LI		LS	LI		LS	LI
Control (G1)	12 horas (G2)	NS	63,0	12,4	NS	,039	,976	NS	3,01	,438
	24 horas (G3)	***	34,4	109,9	*	1,02	,013	***	1,46	4,92
12 horas (G2)	Control (G1)	NS	12,4	63,0	NS	,976	0,39	NS	,438	3,01
	24 horas (G3)	***	59,8	135,2	***	1,49	,481	***	2,75	6,20
24 horas (G3)	Control (G1)	***	109,9	34,4	*	,013	1,02	***	4,92	1,46
	12 horas (G2)	***	135,2	59,8	***	,481	1,49	***	6,20	2,75

Legenda: G1= grupo control; las precebas solo consumieron pienso y se medicaron profilácticamente; G2 = consumieron 1/3 de su ración fermentada con MAM 12 h y no fueron medicados; G3 = consumieron 1/3 de su ración fermentada con MAM 24 h tampoco fueron medicados; CA = conversión alimentaria; GMD = ganancia media diaria; IC = intervalo de confianza; LI = límite inferior; LS = límite superior; NS = diferencias no significativas; PPD = peso postdestete; *** = (P< 0,001); * = (P< 0,05).

2. La mejor respuesta de las precebas al alimento fermentados 24 horas pudo obedecer a tres elementos: a) un mayor porcentaje de PB en función del crecimiento microbiano dado que el concentrado se sometió a una fermentación que duró el doble del tiempo. b) Un incremento cualitativo en los contenidos proteicos, más digestibles, aspecto ya discutido. c) Un mayor efecto prebiótico, postbiótico y probiótico en concordancia con la mayor presencia de BAL y levaduras (Salminen *et al.*, 2021).

Blanco *et al.* (2017), en una investigación similar en la que aplicaron el biopreparado IH-plus®, desarrollado a partir de un cultivo madre igual al empleado en esta experiencia, lograron parámetros productivos (incremento del peso vivo, ganancia media diaria y conversión alimentaria) significativamente superiores a los alcanzados en el grupo control. Se ofertaron tres raciones diarias y la mezcla del concentrado con el IH-plus® se realizó en seco previo a su suministro a los animales.

Un resultado similar reportan Montejo-Sierra-Sierra *et al.* (2017) al evaluar el efecto de dietas no convencionales pre tratadas con microorganismos naturales (MN) destinadas a cerdos de diversas categorías. Al procesar los resultados hallaron ganancias de peso vivo significativamente superiores en todos los casos con respecto a los controles correspondientes. Se ofertaron dos dietas: en las primeras horas de la mañana y en la tarde y el alimento se mezcló con los MN previo a su suministro.

Por su parte, Valdés *et al.* (2019) obtuvieron buenos resultados en los parámetros productivos analizados al aplicar EM en precebas durante 49 días. Estos investigadores ofertaron las raciones de pienso de preinicio e inicio mezcladas con el bioproducto al momento de darlas a los animales. En otra experiencia, encaminada a evaluar la efectividad de los EM por vía oral (1,0, 1,5 y 2,0 mL/kg de peso vivo al día) en precebas, lograron incrementos significativos en los parámetros productivos en correspondencia al aumento de la dosificación del complejo microbiano (Valdés *et al.*, 2020; Valdés Suarez *et al.*, 2022). Un resultado que apoya lo discutido previamente, aunque demanda un gran esfuerzo de los operarios.

Liu *et al.* (2018), en una extensa revisión sobre el uso de complejos probióticos en la crianza porcina, concluyen que su mayor beneficio tiene lugar en el período a continuación del destete, debido a los dramáticos cambios que se producen al nivel intestinal. Periodo inevitable, en el cual es válida cualquier estrategia que propicie la adaptación y los reajustes necesarios para el restablecimiento de las funciones de ese órgano esencial. La selección adecuada de los componentes en estas mezclas probióticas, su concentración y la dosificación a los animales pueden coadyuvar a un más rápido restablecimiento; algo constatado en la investigación a debate cuando se comparan los resultados obtenidos en los grupos experimentales.

Se trata de animales racialmente similares, con un peso promedio al destete de 8,1 kg y un mismo obrero porcino tuvo a su cargo la atención y manejo de los tres grupos analizados. Por ello, y siguiendo la línea de razonamiento sugerida por Liu *et al.* (2018), las respuestas (**Tabla 5**) pudieron estar influidas por la composición del alimento en las tres variantes y por el estado de salud de los animales. En cuanto a lo primero ya se discutió el manifiesto incremento en los porcentajes de PB en las variantes de alimentos ofertadas. Un elemento a favor del estado de salud de los animales del grupo control fue la aplicación de Levamisol y Shotapen® La, en la segunda semana de preceba, y Fortius® La en la cuarta. El primero, además de antihelmíntico, ejerce una probada acción inmunomoduladora (Scheinfeld *et al.*, 2004). Efecto que podría haber contribuido a la ausencia de diferencias estadísticas con los animales del grupo experimental tratado con pienso fermentado 12 horas con los MAM.

Al razonamiento anterior es justo añadir que los animales del grupo control todo el tiempo consumieron pienso seco, en tanto los experimentales combinaron raciones fermentadas por los MAM como primera oferta en la mañana y el resto del día dicho alimento seco. Se ha planteado que el uso de raciones mojadas, durante las primeras tres semanas después del destete, tiene una repercusión mayor en el crecimiento de los animales que cuando se suministran secas. Este comportamiento se asocia a que mejora el funcionamiento y la integridad del aparato digestivo al:

- 1) Proporcionar condiciones adecuadas para la acción de las enzimas digestivas.
- 2) Reducir las alteraciones en las vellosidades intestinales. Estas últimas, entre el estrés del destete y la acción de concentrados secos, disminuyen su tamaño hasta un 63 %, lo cual compromete la digestión y absorción de los nutrientes (Rodríguez *et al.*, 2021).

Esa alteración de la microbiota intestinal debida al destete, en los animales de los grupos experimentales se repone paulatinamente en la medida que consumen alimentos fermentados con

MAM. Una concentración no suficiente de los mismos en la variante de 12 horas explica las diferencias obtenidas en los parámetros analizados con respecto a los animales que consumieron el concentrado fermentado 24 horas. A ello debe sumarse la elevada velocidad de tránsito de la ingesta, en esta categoría de animales, que no favorece a las bacterias con potencialidades probióticas su adhesión y ulterior colonización del intestino (Armendáriz Tapia, 2015; Blanco *et al.*, 2017; Rodríguez *et al.*, 2021).

Los resultados previamente analizados pueden ser el punto de partida de nuevas investigaciones en las que se evalúe el comportamiento de las variables analizadas en concentrados fermentados durante 48 horas o más. Un rango que se puede extender hasta un momento a partir del cual exista el riesgo de formación de ácido acético.

CONCLUSIONES

El empleo de piensos fermentados durante 24 horas con microorganismos autóctonos multipropósito en precebas porcinas postdestete es una variante factible que redundará positivamente en el mejoramiento de los principales parámetros productivos de esta etapa.

REFERENCIAS

- Álvarez, J., Real, J. M. F., Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez, J. M., de Pipaon, M. S., & Sanz, Y. (2021). Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología*, 44(7), 519-535. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>
- Armendáriz Tapia, D. J. (2015). *Utilización del probiótico Lactobacillus bulgaricus en la alimentación de lechones en el periodo de lactancia para evitar afecciones gastrointestinales en el destete, en la ciudad de Tosagua, provincia de Manabí* (Bachelor's thesis, LATACUNGA/UTC/2015). <http://181.112.224.103/handle/27000/2823>
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1995). *Official Methods of Analysis*. Protein (crude) in Animal Feed. Cooper Catalist Kjeldahl Method, 1. 4, p. 11 Edited by Keneth Helrich. 15th. Edition. Arlington, Virginia, USA. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- Barreto, G., Rodríguez, H., Bertot, JA. & Delgado, R. (2015). Microorganismos autóctonos multipropósitos (MAM) para el control y prevención de la colibacilosis neonatal porcina. *Rev. Prod. Anim*, 27(2), 16-19.
- Barreto Argilagos, G., Rodríguez Torrens, H., & Campal Espinosa, A. (2020). Cuatro elementos

- contribuyen a que la colibacilosis porcina persista en Camagüey. *Revista de Producción Animal*, 32(3). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3550>
- Barreto, G., Bidot, A., Rodríguez, H. & Beretervide, P. (2021). Microorganismos autóctonos multipropósito en las producciones caprinas. Edición aumentada. Camagüey, Cuba: Ediciones Universidad de Camagüey. ISBN: 978-959-7222-16-3.
- Blanco-Betancourt, D., Ojeda-García, F., Cepero-Casas, L., Estupiñan-Carrillo, L. J., Álvarez-Núñez, L. M., & Martín-Martín, G. J. (2017). Efecto del bioproducto IHplus® en los indicadores productivos y de salud de precebas porcinas. *Pastos y Forrajes*, 40(3), 201-205. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000300005&script=sci_arttext&tlng=en
- Boonnop, K., Wanapat, M., Nontaso, N., & Wanapat, S. (2009). Enriching nutritive value of cassava root by yeast fermentation. *Scientia Agricola*, 66, 629-633. <https://www.scielo.br/j/sa/a/VkLjN7358dcm76bs5WTc9Zz/abstract/?lang=en>
- Fouhse, J. M., Zijlstra, R. T., & Willing, B. P. (2016). The role of gut microbiota in the health and disease of pigs. *Animal Frontiers*, 6(3), 30-36. <https://academic.oup.com/af/article/6/3/30/4638746?login=false>
- Hancox, L. R., Le Bon, M., Richards, P. J., Guillou, D., Dodd, C. E., & Mellits, K. H. (2015). Effect of a single dose of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on the occurrence of porcine neonatal diarrhoea. *Animal*, 9(11), 1756-1759. <https://www.proquest.com/openview/0ad62b2a78cf2a5d5f9ee54752b9643e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=39409>
- Liu, G., Yu, L., Martínez, Y., Ren, W., Ni, H., Abdullah Al-Dhabi, N., & Yin, Y. (2017). Dietary *Saccharomyces cerevisiae* cell wall extract supplementation alleviates oxidative stress and modulates serum amino acids profiles in weaned piglets. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2017. <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2017/3967439/abs/>
- Liu, WC., Ye, M., Liao, J.H., Zhao, Z.H., Kim, I.H., & An, LL. (2018). Application of complex probiotics in swine nutrition—A review. *Annals of Animal Science*, 18(2), 335. <https://sciendo.com/article/10.2478/aoas-2018-0005>
- Macías, M., Domínguez, P. L., Abeledo, C. M., Sosa, R., García, A., Cruz, E., ... & Morales, G. (2015). Manual de procedimientos técnicos para la crianza porcina. *La Habana, Cuba: EDIPORC-Instituto de Investigaciones porcinas*. <https://isbn.cloud/9789597208259/manual-de-procedimientos-tecnicos-para-la-crianza-porcina/>
- Missotten, J.A., Michiels, J., Degroote, J., & de Smet, S. (2015). Fermented liquid feed for pigs: an ancient technique for the future. *Journal of animal science and biotechnology*, 6(1), 4. <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/2049-1891-6-4>

- Montejo-Sierra, I. L., Lamela-López, L., Arece-García, J., Lay-Ramos, M. T., & García-Fernández, D. (2017). Efecto de dietas no convencionales con microorganismos nativos en la cría porcina. *Pastos y Forrajes*, 40(4), 308-314. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269158176008/movil/>
- NC 1004: 2016 Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos, técnica a 25 °C, Oficina Nacional de Normalización, La Habana. Cuba.
- NC 605: 2008 Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la detección de Salmonella, Método de Rutina, Oficina Nacional de Normalización, La Habana. Cuba.
- Polyorach, S., Wanapat, M., & Wanapat, S. (2013). Enrichment of protein content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by supplementing with yeast for use as animal feed. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 142-149. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i2.10649>
- Polyorach, S., Wanapat, M., Pongchompu, O., Cherdthong, A., Gunun, P., Gunun, N. & Kang, S. 2018. Effect of fermentation using different microorganisms on nutritive values of fresh and dry cassava root. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 13, 128-135.
- Rodríguez, H., Barreto, G., Bertot, J., & Vázquez, R. (2013). Microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en cerdos hasta el destete. (en línea). REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria*. 14(9). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090913.html>
- Rodríguez, H., Barreto, G., Lapinet, A., Montejó, I.L., Beretervide, P.J., Contino, Y., & Vázquez, R. (2021). Behavior of Hematologic Indicators in Pre-Fattening Pigs Fed with Multipurpose Autochthonous Microorganisms' Fermented Concentrates. (en línea). *EC Veterinary Science* 6(4), 17-23. <https://www.econicon.com/ecve/pdf/ECVE-06-00375.pdf>
- Rodríguez Torrens, H., Barreto Argilagos, G., & Hernández Casado, M. (2022). Pienso fermentado con microorganismos autóctonos multipropósito para precebas porcinas, consideraciones económicas. *Revista de Producción Animal*, 34(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4035>
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M., ... & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(9), 649-667. <https://www.nature.com/articles/s41575-021-00440-6>
- Scheinfeld, N., Rosenberg, J. D., & Weinberg, J. M. (2004). Levamisole in dermatology: a review. *American Journal of Clinical Dermatology*, 5, 97-104. <https://link.springer.com/article/10.2165/00128071-200405020-00004>

- Song, SK., Beck, BR., Kim, D., Park, J., Kim, J., Kim, HD., & Ringø, E. (2014). Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: a review. *Fish & shellfish immunology*, 40(1), 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.06.016>
- Tsilingiri K., & Rescigno M. (2013). Postbiotics: what else? *Benef Microbes*, 4:101–7.
- Valdés Suárez, A., Álvarez Villar, V.M., Legrá Rodríguez, A., & Bueno Figueras, N.M. (2019). Efectos de microorganismos eficientes en los parámetros bioprodutivos de precebas porcinas. *Rev. prod. anim.*, 31 (2), 1-8. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222479202019000200001&script=sci_arttext&tlng=en
- Valdés, A., García, Y., Álvarez, V. M., Samón, A., Pérez, E., Serrano, J. O., ... & Berenguer, A. (2020). Efecto de microorganismos eficientes, autóctonos de Guantánamo, Cuba, en indicadores bioprodutivos y hematológicos de precebas porcinas. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3), 365-373. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207934802020000300365
- Valdés Suárez, A., Álvarez Villar, V., García Hernández, Y., Salgado, P., Rodríguez Valera, Y., & Pérez Pineda, E. (2022). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes en parámetros bioprodutivos y hematológicos de crías porcinas. *Revista de Producción Animal*, 34(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4118>
- Zamora, A., Ortiz, A. & Utria, E. (2020). Efecto de microorganismos eficientes vs. probióticos Vitafer en el control de desórdenes digestivos en precebas porcina. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 24 (4), 100-109. ISSN: 1028-0871.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: HCRT, GBA, ALC; RVMO, IMS, PJBR; análisis e interpretación de los datos: HCRT, GBA, ALC; RVMO, IMS, PJBR; redacción del artículo: AVS, HCRT, GBA, ALC; RVMO, IMS, PJBR.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.