

## EVALUACIÓN DE BACTERIAS PROBIÓTICAS EN SUERO DE QUESO FERMENTADO PARA LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN CRECIMIENTO

O. Miranda<sup>1</sup>, P.L. Fonseca<sup>1</sup>, Isela Ponce<sup>1</sup>, M. Borges<sup>2</sup>, Magalis Cutiño<sup>1</sup>, Rosa M. Díaz<sup>1</sup>, M. Miranda<sup>1</sup> y R. Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Bayamo, Cuba  
email: omiranda@dimitrov.cu

<sup>2</sup> Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo km 15, Bayamo, Cuba.

### RESUMEN

Se realizó una caracterización de los principales indicadores físico-químicos y microbiológicos del suero de queso sin fermentar y fermentado, así como una dinámica fermentativa del suero de queso con bacterias probióticas (*Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*) en el laboratorio y en una planta piloto para evaluar la acidez titulable, pH, lactosa, densidad, materia seca, grasa y conteo celular. La fermentación a escala de planta piloto se efectuó en una fábrica de productos lácteos de Bayamo, y estuvo dirigida a la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento. Para ello se utilizaron 24 animales del cruce Yorkshire x Landrace-Duroc con un peso vivo promedio de 10 kg y 47 días de edad, distribuidos según un diseño completamente aleatorizado en dos tratamientos. Cada tratamiento estuvo representado por un tipo de dieta. Las dietas experimentales consistieron en el suministro de un pienso comercial plus suero de queso sin fermentar o suero de queso fermentado como fuente energética en la ración.

Al caracterizar la acidez, la grasa y el conteo celular del suero de queso sin fermentar y fermentado se obtuvo mejores resultados para el suero de queso fermentado: 0.08 y 0.50%; 0.33 y 0.35% y  $0.5 \times 10^8$  y  $2.2 \times 10^8$ , respectivamente. Similares resultados se encontraron para el comportamiento animal, con ganancias medias diarias de 292 g/día a favor del suero de queso fermentado y reducción de la incidencia de efectos diarreicos hasta 1.35%.

El suero de queso fermentado presenta un contenido de nutrientes adecuado para el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas. Este constituye una alternativa viable para la mejora en la ganancia diaria y la disminución de enfermedades diarreicas en cerdos en la etapa de crecimiento-ceba.

**Palabras claves:** suero de queso, alimentación porcina, bacterias probióticas

**Título corto:** Bacterias probióticas para alimentar cerdos

### ASSESSMENT OF PROBIOTIC BACTERIA IN FERMENTED CHEESE WHEY FOR FEEDING GROWING PIGS

#### SUMMARY

A characterization of the main physico-chemical and microbiological indicators of unfermented and fermented cheese whey was made. Also it was conducted a dynamic fermentation of cheese whey with probiotic bacteria (*Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus thermophilus*) in the laboratory and in the pilot plant, to evaluate the title acid, pH, lactose, density, dry matter, fat and cell count. The fermentation at pilot plant scale was conducted in a dairy factory in Bayamo, and was aimed to feeding pigs in the growing stage. Twenty four Yorkshire x Duroc-Landrace animals with an average live weight of 10 kg and 47 days old, were distributed in a completely randomized design in two treatments. Each treatment was represented by a type of diet. Experimental diets consisted of supplying commercial feed plus unfermented cheese whey or fermented cheese whey as an energy source in the diet.

Characterization of acidity, fat and cell count of unfermented and fermented cheese whey showed better results when whey was fermented: 0.08 and 0.50%; 0.33 and 0.35%;  $0.5 \times 10^8$  and  $2.2 \times 10^8$ , respectively. Similar results were found for animal performance traits, with average daily gain of 292 g/day for fermented cheese whey and reducing the incidence of diarrhoea to 1.35% only.

The fermented whey cheese has a content of nutrients suitable for the growth of lactic acid bacteria. This is a viable alternative for improved daily gain and decreased diarrhea in growing-fattening pigs.

**Key words:** pigs, cheese whey, feeding, probiotic bacteria

**Short title:** Probiotic bacteria for feeding pigs

## INTRODUCCIÓN

En Cuba se producen numerosas pérdidas productivas en la etapa de cría y posdestete de los cerdos por efectos de trastornos gastrointestinales. Piloto et al (2000) informó una mortalidad en crías en las primeras semanas posdestete de 10-20% como consecuencia de factores estresantes. Cabrera (2010) refirió que la mortalidad por diarreas en la etapa posdestete puede llegar de un 35-40%.

El término de probiótico fue utilizado por primera vez por Lilly y Stillwell (1965), para nombrar a los productos de la fermentación gástrica. Esta palabra se deriva de dos vocablos, del latín pro que significa por o en favor de, y del griego bios que quiere decir vida. Esta definición fue modificada y se redefinió el término de probióticos como "microorganismos y compuestos que participan en el balance y desarrollo microbiano intestinal". En la actualidad la definición de probióticos ha sido dada por Fuller (1989), como "microorganismos vivos, principalmente bacterias y levaduras, que son agregados como suplemento en la dieta y que influyen de forma beneficiosa en el desarrollo de la flora microbiana en el intestino". Por su parte Schrezenmeier y de Vrese (2001), definieron a los probióticos como aditivos alimentarios formados por microorganismos vivos que tienen un efecto beneficioso en la salud del hospedero.

Una de las aplicaciones de los probióticos es como estimulante de la inmunidad cuando se administra en los primeros días de vida del lechón, en este aspecto las bacterias ácido lácticas y de modo especial. *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Streptococcus faecium* son las más recomendadas administrándose en días alternos, durante los primeros días de edad, los cuales aumentan la respuesta inmune reflejándose esta en un mayor aumento de citoquinas y la actividad fagocitaria de los macrófagos, además de la prevención de los procesos diarreicos (Tortuero 1999).

El uso de bacterias probióticas, entre ellas las bacterias ácido lácticas en la alimentación de cerdos en crecimiento ha sido estudiado por diferentes investigadores. Tortuero (1996), utilizó varias combinaciones de cepas ácido lácticas, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecium*, con buenos resultados en el comportamiento animal y la salud de cerdos jóvenes. Brizuela (2003); Boucort (2004a,b), utilizaron *Lactobacillus rhamnosus* con un buen comportamiento en la salud y las ganancias de cerdos en crías y destete. García (2010), empleó cepas de *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* con un buen comportamiento en

los parámetros productivos referente a la ganancia diaria y la disminución de los efectos diarreicos en la etapa posdestete. Según otros estudios el suero de queso como sustrato para las fermentaciones ha sido utilizado por Caballero y Acosta (2002), Miranda et al (2007) y Rodríguez (2010), con un buen crecimiento de las bacterias ácido lácticas en el orden 2.1-3.3 x10<sup>8</sup> ufc/g, así como capaz de producir acidez superior a 0.50%.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de bacterias probióticas en el comportamiento productivo y la salud de cerdos en crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron diferentes muestras de sueros de quesos sin fermentar y fermentados, a los cuales se le analizaron los principales indicadores físico-químicos acorde con la AOAC (1995): MS, grasa, proteína bruta (PB, Nx6.25), Ca, P, acidez y pH, mientras que la lactosa fue determinada por el método de fenol/ácido sulfúrico. El conteo de células viables fue determinado por el método de cultivo en placa y se usó el medio MRS.

Se realizó una dinámica de fermentación y para ello se utilizó suero de queso dulce sin fermentar. El suero fue tomado al azar, y fue pasteurizado en un intercambiador de placas a 72°C por tres minutos y posteriormente fue refrescado a la temperatura de inoculación de 45°C. El inóculo consistió en cultivos de bioyogurt, compuesto por las bacterias lácticas *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*, del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, a razón de 1.5%. La etapa fermentativa del producto duró tres horas a nivel de laboratorio y de planta piloto en el Combinado Lácteo de Bayamo, en los cuales se midió; pH, lactosa, acidez y conteo de células viables. Se fermentaron 1 000 L del producto, dos veces por semana, destinados a la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento.

Se utilizaron 24 animales del cruce Yorkshire x Landrace-Duroc con un peso vivo promedio de 10 kg y 47 días de edad, distribuidos según un diseño completamente aleatorizado en dos tratamientos. Cada tratamiento estuvo representado por un tipo de dieta. Las dietas experimentales consistieron en el suministro de un pienso comercial de acuerdo con los requerimientos establecidos (IIP 2015) para esta categoría (tabla 1) plus suero de queso sin fermentar o suero de queso fermentado como fuente energética en la ración.

**Tabla 1. Fórmula y composición química del pienso comercial utilizado en el experimento**

Ingredientes	%	Composición	%
Harina de trigo	72.36	Materia seca	90.51
Harina de soya	25.50	Cenizas	4.55
NaCl	0.50	Proteína bruta	19.18
CaCO <sub>3</sub>	0.50	Calcio	0.61
Cloruro de colina	0.14	Fósforo	0.49
CaHPO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1.00	EB, MJ/kg MS	18.87

Los animales dispusieron de agua ad libitum en bebederos automáticos tipo tetina. Se determinó el consumo de alimento, peso vivo inicial y final, ganancia media diaria, conversión alimentaria y las incidencias de diarreas. La duración de la etapa experimental fue de 60 días.

Para el análisis de varianza de los datos se utilizó un modelo de clasificación simple completamente aleatorizado (Steel et al 1997). Para la comparación entre medias se empleó la prueba del rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se observa que el suero de queso presentó una composición similar a la hallada por Miranda (2009), para los indicadores estudiados. Al evaluar la acidez del producto fermentado con respecto al suero sin fermentar, la acidez se incrementó significativamente ( $P<0.05$ ) de 0.08 a 0.51% de ácido láctico.

En la dinámica de fermentación se observó un crecimiento sostenido durante la etapa de fermentación desde el punto inicial hasta las seis horas. Por otra parte, el pH decreció de 6.62 a 4.80 de forma significativa ( $P<0.05$ ). Estos resultados demostraron que el suero lácteo posee una composición en nutrientes que favorece el desarrollo y crecimiento de las bacterias lácticas.

Los niveles de lactosa en el producto disminuyeron de 4.67 a 4.10, de forma significativa ( $P<0.05$ ), lo cual puede deberse a

la metabolización de la lactosa a ácido láctico como consecuencia del incremento de las bacterias lácticas, que utilizan esta fuente de energía para su crecimiento y multiplicación celular. Similares resultados fueron atribuidos a la misma causa por Samona et al (1996) al estudiar el efecto de la lactosa en el yogurt, la cual produjo un aumento del contenido de ácido láctico de los mismos.

El resultado del crecimiento celular obtenido fue de  $0.5 \times 10^6$  ufc/mL para el suero de queso sin fermentar y  $2.2 \times 10^8$  ufc/mL para el suero fermentado, lo que evidenció un incremento significativo ( $P<0.05$ ). Esto confirma lo anteriormente planteado de que el suero lácteo es un medio adecuado para el crecimiento y desarrollo de las bacterias ácido-lácticas y que este medio facilita el mecanismo de cooperación entre el *Lactobacillus acidophilus* y el *Streptococcus thermophilus* en concentraciones de  $10^8$  ufc/mL, como ha sido informado por otros autores (Levau y Bovix 2000).

**Tabla 2. Indicadores físico-químicos del suero de queso**

Indicador	Suero de queso		EE ±
	Sin fermentar	Fermentado	
pH	6.62	4.80	0.8*
Acidez, %	0.08	0.51	0.03 *
Densidad, g/cm <sup>3</sup>	1.024	1.034	0.01
MS, %	6.40	8.3	0.6 *
Grasa, %	0.33	0.35	0.01
Proteína bruta, %	0.96	0.99	0.02
Lactosa, %	4.67	4.10	0.03*
Conteo celular, ufc/mL	$0.5 \times 10^6$	$2.2 \times 10^8$	0.8*

\*  $P<0.05$

La tabla 3 expone los cambios en el comportamiento animal de los cerdos con las dietas ofrecidas. Se encontró diferencia significativa ( $P<0.05$ ) en la ganancia media diaria de los animales a favor del suero fermentado. De igual manera se comportó el consumo de suero, así como la conversión alimentaria y la incidencia de enfermedades diarreicas.

Estos resultados pueden estar relacionados con el efecto que producen las bacterias ácido lácticas al colonizar el tracto gastrointestinal del cerdo, el cual se caracteriza por una mejor asimilación de nutrientes y un incremento de peso vivo de los

animales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos a los 63 días de edad a los cuales se le suministró *Lactobacillus rhamnosus*, y se evidenció una disminución en las incidencias de diarreas de 12.7 a 3.8%. Tales resultados son similares a los obtenidos en este trabajo y que pueden ser atribuidos a lo argumentado por Tortuero et al (1995). Por su parte Bocourt et al (2004a,b), encontraron ganancias de peso vivo de 279 g/día en cerdos una mejora del equilibrio de la microflora del tracto gastrointestinal, un nivel inmunológico superior y un mayor control de microorganismos perjudiciales.

**Tabla 3. Rasgos de comportamiento de los animales**

Indicadores	Suero de queso		EE ±
	Sin fermentar	Fermentado	
n	12	12	-
Peso vivo Inicial, kg	10.68	10.70	0.01
Peso vivo final, kg	26.23	28.26	0.82*
Ganancia, g/día	259.0	293.0	7.91*
Consumo de suero, L/día	4.2	5.1	0.73*
Consumo de pienso, kg/día	1.04	1.10	0.03
Conversión, kg MS/kg ganancia	4.66	3.76	0.41*
Enfermedades diarreicas, %	8.83	1.35	0.93*

\*  $P<0.05$

El suero de queso presenta un contenido de nutrientes capaz de favorecer el crecimiento de las bacterias ácido lácticas en su proceso fermentativo, las cuales degradan la lactosa a ácido láctico, obteniéndose un producto acidificado. Este alimento constituye una alternativa viable para la mejora en la ganancia diaria y la disminución de enfermedades diarreicas en cerdos en la etapa de crecimiento-ceba.

## REFERENCIAS

Almaguel, R.E., Tolón, N., Camino, Y. y Ramírez, M. 2004. Nota sobre el efecto suero lácteo en la alimentación de cerditos destetados. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 11:54-58

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists (K. Helrick, editor). Arlington., pp 1 230
- Bocourt, R., Savón, L., Díaz, J., Brizuela, M.A., Serrano, P., Prats, A. y Elías, A. 2004. Efecto de la actividad probiótica de *Lactobacillus rhamnosus* en indicadores productivos y de salud de cerdos jóvenes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38:79-83
- Bocourt, R., Savón, L., Díaz, J., Brizuela, M.A., Serrano, P., Prats, A. y Elías, A. 2004. Efecto de la actividad probiótica de *Lactobacillus rhamnosus* en indicadores fisiológicos de lechones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38:411-416
- Brizuela, M.A. 2003. Selección de cepas ácido lácticas para la obtención de un preparado con propiedades prebióticas y su evaluación en cerdos. Tesis Dr.C. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, pp 101
- Caballero, N. y Acosta, R. 2002. Uso de mezcla de suero de leche fresco y fermentado y concentrado para cerditos antes y después del destete. *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 9(2):24-28
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animal. *Journal of Applied Bacteriology*, 66:365-378
- Herrera, M:S. y Verdalet, I. 2005. El suero de quesería: producto vital o simple desecho? *La Ciencia y el Hombre*. 18(2):53-55
- IIP. 2015. Manual de Procedimientos Técnicos en la Crianza Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP). La Habana, pp 83
- Leveau, J.Y. y Bovix, M. 2000. Los microorganismos de interés industrial. *Microbiología Industrial*. Editorial Acribia, Zaragoza, pp 608
- Lilly, D.M. y Stillwell, R.H. 1965. Probiotics: Growth promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147:747-748
- Miranda, O., Fonseca, P.L., Ponce I., Cutiño, M., Díaz, R.M., Miranda, M. y Ramírez, R. 2012. Suero de queso fermentado con bacterias probióticas (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) para la alimentación de cerdos en crecimiento. In: Seminario Internacional Porcicultura Tropical. La Habana, versión electrónica disponible en disco comopacto ISBN 978 959 7208 12 9
- Miranda, O., Fonseca, P.L., Ponce, I., Ceño, C., Sam, L. y Martí, L. 2007. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. Características distintivas y control de la calidad. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 17:103-108
- Miranda, O., Ponce, I., Fonseca, P.L., Cutiño, M., Lara, R.M. y Cedeño, C. 2009. Características físico-químicas de sueros de queso dulce y ácido producidos en el Combinado de quesos de Bayamo. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 19:6-11
- Miranda, O., Ponce, I. y Fonseca P.L. 2010. Uso de bacterias probióticas en el suero fermentado para cerdos de crecimiento-ceba. In: I Congreso Internacional LABIOFAM. La Habana, versión electrónica disponible en disco compacto
- Miranda, O., Ponce, I., Fonseca, P.L., Cutiño, M. y Díaz, R.M. 2009. Suero de queso un producto animal nutritivo. Caracterización. *Revista de la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*, 2009(3):19
- Rodríguez, J.C. 2010. Evaluación de un producto probiótico de *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* en cerdos en crecimiento. In: I Congreso Internacional LABIOFAM. La Habana, versión electrónica disponible en disco compacto
- Rodríguez, O. 2010. Suero fermentado por *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus acidophilus* con propiedades probióticas para cerdos jóvenes. In: I Congreso Internacional LABIOFAM. La Habana, versión electrónica disponible en disco compacto
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. y Dickey, M. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach (third edition). McGraw-Hill Book Company In Company. New York, pp 666
- Teixeira, S.B., Caro-Chauca, M., Do Vale, R.P., Abreu, R. y Riveiro, A.C. 2003. Elaboración de una bebida láctea a partir del suero Ricota. *Alimentaria*, 347:97-101
- Tortuero, F., Rioperez, J., Fernández, E. y Rodríguez, M.L. 1995. Response of piglets to oral administration of lactic acid bacteria. *Journal of Food Protection*, 12:1369-1374
- Samona, A.R., Robinson, S. y Marakis, S. 1996. Acid production by bifidobacteria and yogurt bacteria during fermentation and storage of milk. *Food Microbiology*, 13:275-280