

EFECTO DEL SUERO DE LECHE COMO COMPLEMENTO DE LA DIETA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES Y EL PESO DE LECHONES EN LA ETAPA DE 6 A 20 KG

Effect of Milk Whey as Dietary Supplement on Intestinal Villi Growth and Piglets Weight on the 6 to 20 kg Period

Rosa Elena Pérez-Sánchez ^{*2}, Manuel López-Rodríguez ¹, Erick Chapaev Bautista-Guzmán ¹, Antonio García-Valladares ¹, Rafael María Román-Bravo ³ y Ruy Ortiz-Rodríguez ¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km 9,5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Tarímbaro Michoacán, México. CP 58880. ²Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas-Berlín Col. Viveros. Uruapan Michoacán, México.

³Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. rosa_elenap@yahoo.com

RESUMEN

Esta investigación fue realizada en las instalaciones del Sector Porcino de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, con el propósito de evaluar el efecto de la suplementación con suero de leche (SL), sobre el crecimiento de las Velloidades Intestinales (LVI) en esta especie y el crecimiento corporal y variables relacionadas. Se utilizaron treinta lechones homogéneos Landrace-Duroc x Pietrain, con un promedio de $5,49 \pm 1,17$ kg de peso vivo (PV), los cuales fueron distribuidos aleatoriamente a tres grupos: G_{Testigo} (n=10), alimentación: concentrado comercial *ad libitum* (CCad); Grupo 1 (n=10), CCad más $1,5 \text{ L d}^{-1}$ de suero de leche (SL)/cerdo y Grupo 2 (n=10), CCad más $3,0 \text{ L d}^{-1}$ SL/cerdo. Cada lechón se pesó semanalmente hasta los 20 kg de PV. Al finalizar el experimento se obtuvieron porciones de 10 cm de intestino delgado de seis lechones (n=2/Grupo), con el propósito de medir la longitud de las LVI. Se evaluó PV, ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento/semana (CA) y LVI. El análisis estadístico fue realizado con el procedimiento GLM, con mediciones repetidas. A la 7ª semana de edad, el PV del Grupo 1 fue de 21,9 kg ($P < 0,05$) vs 18,8 kg (G_{Testigo}) y 20,8 kg (Grupo 2) a la 8ª semana. El CA y GDP fueron mayores ($P < 0,05$) en el Grupo 1. La LVI fue estadísticamente igual en los Grupos 1 y 2; pero ambas fueron mayores a las del G_{Testigo} ($P < 0,05$). El consumo de SL ($1,5$ ó $3,0 \text{ L d}^{-1}$) incrementa la LVI. Pero $1,5 \text{ L d}^{-1}$ de SL mejo-

ra el CA, GDP y PV del lechón y reduce la etapa de 6-20 kg en una semana.

Palabras clave: Intestino delgado, lactosuero, complemento alimenticio.

ABSTRACT

This research was carried out at the pig sector facilities, of the Faculty of Veterinary Medicine of the Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Mexico, in order to evaluate the effect of supplementation with bovine milk whey (SL), on growth of intestinal villi (LVI) in this specie, and body growth and related variables. Thirty homogeneous piglets Landrace-Duroc x Pietran with average body weight of 5.49 ± 1.17 , which were randomized to three groups: G_{control} (n=10), which received a commercial concentrate *ad libitum* (CCad); Group 1, (n=10), which received the same diet, but it was added 1.5 L d^{-1} SL/pig and Group 2 was the fed the same but 3.0 L d^{-1} SL/pig was added to the diet. Each piglet was weighted weekly until they were 20 Kg of live weight. At the end of the experiment, there were obtained samples of 10 cm, from the duodenum, jejunum and ileum (n=2/Group), with the purpose of measuring LVI. The response variables were: Body Weight (PV); Average Daily Gain (GDP); Feed Intake/week (CA) and LVI. Statistical analyses were performed by using the GLM Procedure. Results showed that by the 7th week of age, the PV of Group 1 mean was 21.9 Kg, whereas G_{control} was only 18.8 Kg ($P < 0.05$), and Group 2 was 20.8 Kg at the 8th week.

The CA and GDP were greater ($P < 0.05$) in Group 1. For LVI there were no differences between Group 1 and Group 2, but both were higher than G_{control} . SL consumption (1.5 o 3.0 L d^{-1}) increases LVI, but 1.5 L d^{-1} improves CA, GDP and PV of piglets and reduce the period of 6 to 20 kg up to a week.

Key words: Small intestine, bovine milk whey, supplements.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la fase del destete en la porcicultura ha tenido una especial importancia dada su repercusión sobre la supervivencia y crecimiento de los lechones (*Sus scrofa domestica*) durante el citado período. Por ello, la formulación de alimentos para lechones ha experimentado cambios sustanciales con el fin de reducir la mortalidad y mejorar los resultados productivos de los lechones después del destete [7]. Estos cambios se basan en la fisiología del sistema digestivo del lechón -la cual se determina en lechones de tres a cuatro semanas (sem) de edad-. Sin embargo, es hasta la 8ª sem de edad cuando se completa el desarrollo del sistema enzimático del lechón. Por ello, en destetes menores a cuatro sem de edad, el cambio de alimentación líquida (leche materna) a sólida origina una reducción de la actividad enzimática y modifica las estructuras de la mucosa intestinal: reducción del tamaño de las vellosidades intestinales (LVI); inflamación de la mucosa y atrofia de los enterocitos lo que deriva, en una menor capacidad digestiva y disminución de la ganancia diaria de peso (GDP) del lechón [7].

Investigaciones previas han demostrado que, el suero de leche (SL) como complemento de la dieta, tiene un efecto positivo en el desarrollo de los órganos digestivos y la integridad intestinal de los cerdos [13], puesto que se ha observado un crecimiento de las vellosidades del duodeno y del yeyuno en cerdos que recibieron SL. Este crecimiento de LVI genera una mayor capacidad de absorción de los nutrientes, aspectos que minimizarían los efectos del cambio de dieta de líquida a sólida en lechones destetados.

El desarrollo de sistemas de alimentación donde se utiliza el SL de bovino (*Bos primigenius taurus*) como complemento de la dieta de cerdos no es reciente; durante los años 1980, 2005 y 2010 se utilizó SL en la alimentación de los cerdos como estrategia para disminuir los costos de producción. En esas investigaciones se encontró que, la adición de SL a la dieta de los cerdos disminuye el consumo de alimento (CA), sin repercusión en la ganancia de peso (GP), del destete a la finalización [2, 6, 8, 11]. El SL contiene lactosa y ésta permanece en el intestino delgado y el colon lo que favorece al lechón, puesto que la flora intestinal, al transformar la lactosa en ácido láctico, beneficia el peristaltismo intestinal y así mismo,

incrementa la asimilación de minerales, tales como: Ca; P; K y Mg [10]. Además, la lactosa sirve como sustrato para el crecimiento de "*Lactobacillus*", los cuales inhiben el desarrollo de agentes patógenos mediante el proceso de "exclusión competitiva" y esto es, en esencia, de mayor beneficio para los lechones recién destetados [10].

El SL es un subproducto de la fabricación del queso, representa el 90% del producto residual durante la elaboración de este producto [9]. Por esta razón, los grandes volúmenes de SL originan serios problemas a la industria del queso, pues está prohibido verter este subproducto al alcantarillado, por ser 100 a 200 veces más contaminante que las aguas residuales [9]. Sin embargo, aún y cuando la industria del queso solucione el problema en la eliminación del suero es un hecho que esta acción representa una evidente pérdida de un subproducto que puede ser utilizado para la alimentación de los cerdos. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la dieta complementada con SL (1.5 vs 3.0 L d^{-1}) sobre la LVI de lechones durante la etapa de 6 a 20 kg y su desempeño productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Sector Porcino de "La Posta Zootécnica", perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), la cual está ubicada en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, México, a la altura del km. 9,5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro [5]. Se utilizaron 30 lechones (Landrace-Duroc x Pietrain) con un peso inicial de $5,49 \pm 1,17 \text{ kg}$, los cuales fueron destetados a los 21 días (d) de edad, distribuidos aleatoriamente en tres grupos: G_{Testigo} ($n = 10$), este grupo fue sometido a una dieta basada en concentrado comercial *ad libitum*, Grupo 1 ($n = 10$), el cual recibió una dieta a base de SL pasteurizado a razón de $1,5 \text{ litros d}^{-1}/\text{cerdo}^1$, más concentrado comercial *ad libitum* y Grupo 2 ($n = 10$) recibió una dieta a base de SL pasteurizado a razón de $3,0 \text{ litros d}^{-1}/\text{cerdo}^1$, más concentrado comercial *ad libitum*. El alimento comercial, Fase 2 y 3, ofrecido a los lechones aportan 20 y 19% de proteína, respectivamente, de acuerdo a las etiquetas del fabricante.

Los lechones de los Grupos 1 y 2 se mantuvieron a un período de adaptación al SL de 10 d, en el cual se administraron cantidades graduales de SL cada tercer d hasta alcanzar la cantidad establecida para cada grupo. El SL se suministró dos veces al d (12:00 y 14:00 hrs) mediante bebederos tipo chupón. Las variables analizadas fueron: peso vivo (PV), GDP y CA por sem. El CA/Grupo se realizó de la siguiente manera: se pesó diariamente el alimento suministrado y se restó el sobrante una vez transcurridas 24 horas (hr) de haberse sumi-

1 Las proporciones de suero suministrado fueron determinadas de acuerdo al consumo promedio establecido de $3,100 \text{ litros/cerdo/día}$ [6].

nistrado el alimento. El cálculo de GDP se realizó a través del peso individual de cada lechón, el cual se obtuvo semanalmente hasta que éstos alcanzaron un peso de 20 kg. El peso del alimento y de los lechones se realizó con un báscula colgante Torrey® (México) Modelo CRS (kg y lb).

Con el propósito de evaluar las vellosidades intestinales se sacrificaron dos lechones por Grupo, a los 20 kg de PV; el sacrificio de los animales se realizó como lo establece la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA) en la Norma Oficial Mexicana [14]. Una vez sacrificados se procedió a la obtención del intestino delgado desde el píloro hasta la válvula ileocecal. Después de ser disecado el intestino delgado, fue seccionado en porciones de 10 cm y se tomaron muestras de cada una de sus tres secciones (duodeno, yeyuno e íleon). Las muestras obtenidas (n= 108) se lavaron con solución salina, se anudaron los extremos de cada fragmento y se sumergieron en formalina al 10% [12]. Cuarenta y ocho hr después de la obtención de las muestras/intestino, fueron procesadas para estudios histológicos, mediante la técnica de inclusión en parafina y se realizaron cortes de 7 µm de espesor, los cuales fueron teñidos con hematoxilina y eosina y se realizaron tres mediciones de la LVI en todas las muestras obtenidas, mediante un analizador de imágenes Leica LAS V3.5 (Alemania).

Con la información recabada, se construyó una base de datos para el análisis estadístico. Para el caso de las variables PV, CA y GDP, éstas se analizaron mediante el método de los Modelos Lineales Generalizados (GLM, siglas en inglés) usando un modelo en parcelas divididas en el tiempo con el efecto del tratamiento, el efecto aleatorio de lechones anidados en tratamiento, el efecto fijo de periodos y la interacción tratamiento por periodos [4]. La LVI se analizó ajustando un modelo en parcelas divididas en el espacio sustituyéndose en el modelo anterior el periodo por el efecto fijo de sección del intestino delgado [4]. En ambos casos, las comparaciones de medias para los efectos significativos, se realizaron mediante pruebas de "t" usando la instrucción LSMEANS del SAS [4].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de un mejor entendimiento de los resultados del PV, la GDP y el CA de los lechones en cada grupo, se discuten inicialmente los resultados relacionados con la LVI del intestino delgado.

Se encontró un efecto significativo entre tratamientos sobre la LVI ($P < 0,01$). Al respecto, los Grupos 1 y 2 mostraron una mayor LVI, tanto en el duodeno como en el yeyuno e íleon ($P < 0,05$), ello en comparación con G_{testigo} (FIGS. 1 y 2). El incremento en la LVI posiblemente se debió al consumo del SL, como complemento en la dieta de los lechones de ambos Grupos suplementados, puesto que el mismo contiene lactosa, componente que es favorable para la preservación y crecimiento del epitelio intestinal, lo cual estimula el desarrollo de las vellosidades intestinales [10, 16], Aunque en las dietas co-

merciales para lechones de la etapa 6 a 20 Kg contienen SL deshidratado, el cual fue suministrado a el G_{testigo} , no reflejó efectos en la LVI de este grupo (FIG. 1), lo que sugiere que el proporcionar SL en forma líquida estimula el crecimiento de las vellosidades del intestino delgado en sus tres porciones.

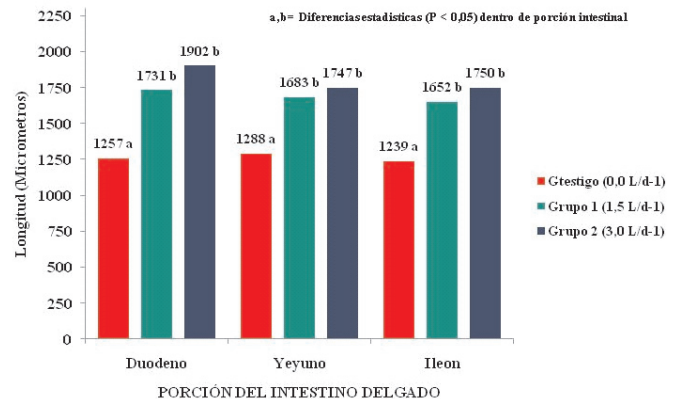


FIGURA 1. LONGITUD DE LAS VELLOCIDADES DE ACUERDO AL SEGMENTO DEL INTESTINO DELGADO EN LECHONES CON Y SIN DIETA SUPLEMENTADA CON SUERO DE LECHE.

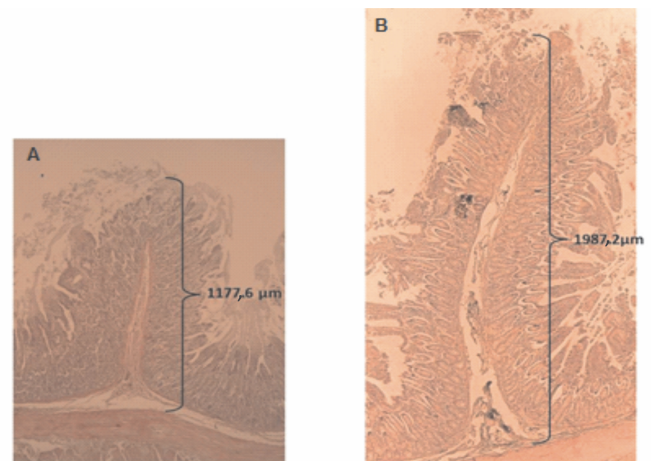


FIGURA 2 IMAGEN DE LAS VELLOCIDADES DEL INTESTINO DELGADO EN LECHONES: A=GRUPO CONTROL Y B=1,5 L D⁻¹ 40X.

Por otra parte, cuando se analiza el efecto del SL sobre la LVI, de acuerdo a la cantidad suministrada (1,5 vs 3,0 L d⁻¹), el efecto de tratamiento no fue significativo ($P = 0,1402$) sobre LVI (FIG. 1), aunque si bien la porción del intestino delgado, donde la tendencia hacia un incremento en el tamaño de las vellosidades se observó en el duodeno (1902 µm), específicamente en el intestino de lechones que consumieron 3,0 L d⁻¹ de SL, ello en comparación con la LVI del duodeno de lechones del tratamiento de 1,5 L d⁻¹ de SL (1683 µm). Po-

siblemente, esta tendencia en la LVI del duodeno se deba a que en esta porción del intestino es donde se lleva la mayor parte de la absorción de líquidos [1].

El incremento en LVI de los Grupos de lechones que recibieron SL vs G_{Testigo} , posiblemente estuvo relacionado con el mayor CA, GDP y PV ($P < 0,05$) de los lechones durante la etapa 6 a 20 kg, puesto que se encontró que, los lechones que recibieron 1,5 o 3,0 L d^{-1} de SL más el concentrado *ad libitum*, obtuvieron un mayor PV ($P < 0,05$) al final del experimento (TABLA I), ello en comparación con los lechones que recibieron 0,0 L d^{-1} de SL.

El SL como complemento de la dieta afecta de manera positiva el estímulo del apetito, el desarrollo de los órganos digestivos y el crecimiento de LVI, lo que genera una mayor capacidad de absorción de los nutrientes [13]; lo cual podría explicar el mayor PV ($P < 0,05$) obtenido en los Grupos 1 y 2 al final del experimento. No obstante, el grupo que recibió 1,5 L d^{-1} de SL, registró el mejor comportamiento para PV ($P < 0,05$), puesto que a la 7ª sem, los lechones de este Grupo pesaron 21,9 kg, mientras que en la 8ª sem, los lechones del Grupo que recibió 3,0 L d^{-1} de SL, pesaron 20,8 kg y los del G_{Testigo} solo alcanzaron a pesar 18,8 kg (TABLA I).

Se ha demostrado previamente que el SL contiene 95% de agua [9], esta característica en los alimentos con altos contenidos de agua ejerce un efecto diluyente sobre los nutrientes en la dieta (principalmente en los elementos energéticos y proteínicos); pero además, un aumento en el volumen de líquidos (agua), como parte de la dieta, limita el consumo de alimentos sólidos [15]. Este aspecto podría explicar en parte la razón por la cual los lechones del Grupo 2 obtuvieron un menor PV ($P < 0,05$), en comparación con los lechones del Grupo 1 (TABLA I).

Se ha sugerido que la mejora de los parámetros relacionados con el PV de los lechones, tales como el CA y la GDP se debe a que el consumo de SL estimula el crecimiento de LVI, lo que generaría un aumento de la superficie de absorción de los nutrientes; aspecto que se reflejaría en una mayor GDP y mayor velocidad de crecimiento [3, 17].

Con respecto a los resultados del CA, éste fue mayor ($P < 0,05$) en el Grupo 1 (0,934 kg en promedio), mientras que el G_{Testigo} logró solo un CA de 0,557 kg (TABLA II). Estos resultados no concuerdan con lo observado por otros investigadores; por cuanto, los cerdos alimentados con SL mostraron un CA menor en comparación con los cerdos que no recibieron SL como parte de la dieta [2, 6].

Este mayor CA en los grupos de lechones que recibieron SL, como complemento de la dieta, se reflejó en la GDP de los lechones durante la 4ª y 5ª semana de edad ($P < 0,05$) en comparación con el G_{Testigo} . Sin embargo, la GDP en el Grupo 2 fue menor ($P < 0,05$) que en el Grupo 1 e igual ($P > 0,05$) al G_{Testigo} a partir de la 6ª semana de edad (TABLA III), ello posiblemente como reflejo del menor CA ($P < 0,05$) en los Grupos 2 y Testigo (TABLA II).

TABLA II
MEDIAS POR MÍNIMOS CUADRADOS PARA CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO DURANTE LA ETAPA 6 A 20 KG PARA EL EFECTO TRATAMIENTO.

Grupo	Suero de leche	Promedio (kg)	E.E.
G_{Testigo}	0,0 L d^{-1}	0,557 ^a	0,022
Grupo 1	1,5 L d^{-1}	0,934 ^b	0,022
Grupo 2	3,0 L d^{-1}	0,762 ^c	0,022

^{a, b} = Medias con literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

CONCLUSIONES

El consumo de SL pasteurizado como complemento de la dieta de lechones dentro de la etapa 6 a 20 kg estimula el incremento de la LVI. Sin embargo, la mayor eficiencia en PV, GDP y CA se obtienen cuando se incluye 1,5 L d^{-1} de SL/lechón como complemento de la dieta; lo cual genera que la duración de la etapa de 6 a 20 kg se reduzca hasta en una semana, en comparación con los lechones que consumen 0,0 ó 3,0 L d^{-1} de SL.

TABLA I
MEDIAS POR MÍNIMOS CUADRADOS PARA PESO DE LOS LECHONES PARA LA INTERACCIÓN GRUPO*SEMANA.

Edad (semanas)	Grupo (Suministro de suero de leche)					
	G_{Testigo} (0,0 L d^{-1})		Grupo 1 (1,5 L d^{-1})		Grupo 2 (3,0 L d^{-1})	
	Peso (Kg)	E.E	Peso (Kg)	E.E	Peso (Kg)	E.E
3	5,62 ^a	0,56	3,29 ^a	1,51	4,52 ^a	0,95
4	7,86 ^a	0,56	10,00 ^b	0,55	7,96 ^a	0,61
5	10,06 ^a	0,56	13,83 ^b	0,55	11,48 ^a	0,58
6	12,90 ^a	0,56	18,35 ^b	0,55	14,63 ^c	0,58
7	15,42 ^a	0,56	21,95 ^b	0,55	17,39 ^c	0,58
8	18,82 ^a	0,56	—	—	20,86 ^b	0,58

^{a, b, c} = Medias con literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$) dentro de columna.

TABLA III
MEDIAS POR MÍNIMOS CUADRADOS PARA LA GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP) DE LOS LECHONES
PARA LA INTERACCIÓN GRUPO*SEMANA.

Edad (semanas)	Grupo (Suministro de suero de leche)					
	G _{Testigo} (0.0 L d-1)		Grupo 1 (1.5 L d-1)		Grupo 2 (3.0 L d-1)	
	GDP (Kg)	E.E	GDP (Kg)	E.E.	GDP (Kg)	E.E.
4	0,325a	0,041	0,611b	0,040	0,444c	0,044
5	0,319a	0,041	0,548b	0,040	0,513b	0,044
6	0,411a	0,041	0,647b	0,040	0,444 ^a	0,044
7	0,365a	0,041	0,515b	0,040	0,389 ^a	0,044
8	0,491a	0,041	—	—	0,489 ^a	0,044

^{a, b, c} = Medias con literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$) dentro de columna.

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México, por permitir las facilidades para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BANKS, W. J. Aparato Digestivo I. Conducto Alimentario. **Histología Veterinaria Aplicada**. 2ª Ed. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. México D.F. Santa Fe de Bogotá. Pp. 498 - 504. 1996.
- [2] BAUZA, R.; GONZALES, A.; PANISSA, G.; PETROCELLI, H., MILLER, V. Evaluación de dietas para cerdos en recría incluyendo forraje y suero de queso. **Rev. Arg. Prod. Anim.** 25:11-18. 2005.
- [3] CASTILLO, W.; ALVES DA TRINDADE, M. Alimentación de lechones destetados precozmente y efectos en el subsecuente desempeño en el acabado. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 15 (1): 145-154. 2007.
- [4] HERRERA, H.J.G.; BARRERAS S.A. Diseños experimentales básicos. En: **Manual de Procedimientos: Análisis Estadístico de Experimentos Pecuarios** (Utilizando el programa SAS). Colegio de Postgraduados. Pp 31- 40 y 87-89. 2000.
- [5] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRÁFICA E INFORMÁTICA (INEGI). Anuario Estadístico del Estado de Michoacán. 2009-2010. Pp 127-142. 2010.
- [6] LÓPEZ, M.; CALDERÓN, O.; GARCÍA, V.; SÁNCHEZ, V.M. Rasgos de comportamiento en cerdos cebados con niveles variables de suero de queso. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. **Rev. Comp. Prod. Porc.** 17: 316-320. 2010.
- [7] MEDEL, P.; LATORRE, M.A.; MATEOS, G.G. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente. En: Rebollar, P. G., De Blas, C., Mateos, G. G. (Eds). **XV Curso de especialización avances en nutrición animal**. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. Pp 145-196. 1999.
- [8] MICHEL, A. H. G.; DE LA VEGA, P. J.; ORTIZ, R. R. Evaluación Productiva y Económica de la Dieta de Lechones Destetados Complementada con Suero de Leche. **XVIII Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción Animal**. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán., México. 6/12/2007. Pp 34-36. 2007.
- [9] MIRANDA, O.; PONCE, I.; FONSECA, P.; CUTIÑO, M.; DÍAZ, R.; CEDEÑO, C. Características fisicoquímicas de sueros de queso dulce y ácido producidos en el combinado de quesos de Bayamo. **Rev. Cub. Aliment. Nutr.** 19:21-25. 2009.
- [10] PIERCE, K.M.; SWEENEY, T.; BROPHY, P.O.; CALLAN, J.J.; FITZPATRICK, E.; MCCARTHY, P.; O'DOHERTY, J.V. The effect of lactose and inulin on intestinal morphology, selected microbial populations and volatile fatty acid concentrations in the gastro-intestinal tract of the weaned pig. **J. Anim. Sci.** 82: 311-318. 2006.
- [11] POKNIAK, J.; CORNEJO, S.; BONACIC, M. Suero fresco de quesería en raciones para cerdos en engorda. Chile. **Agríc. Téc.** 40: 147-151. 1980.
- [12] REIS DE S, T.C.; GUERRERO, M.J.C.; AGUILERA, B.A.; MARISCAL, L.G. Efecto de diferentes cereales sobre la morfología intestinal de lechones recién destetados. **Tec. Pec. Méx.** 43:309:321. 2005.
- [13] REIS DE S, T.C.; GUERRERO, M.J.C.; AGUILERA, B.A. Morfología del tracto digestivo de lechones alimentados con proteínas de soya aislada o concentrada. Archivos Latinoamericanos de Tecnología Animal. Querétaro México. **Prod. Anim.** 15 (4): 134-140. 2007.

- [14] SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL (Sagarpa). Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO- 1995. 01/22/1997. Diario Oficial de la Federación. México. Pp. 2-6. 1997.
- [15] SHIMADA, S.A. Consumo voluntario de alimentos. Factores alimenticios. **Fundamentos de nutrición animal comparativa**. Ed. Consultores en producción animal, S. C., México, México. Pp. 68-75. 2003.
- [16] SPREEUWENBERG, M.A.M.; VERDONK, J.M.A.; GASKINS, J.H.R.; VERSTEGEN, M.W.A. Small intestine epithelial barrier function is compromised in pigs with low feed intake at weaning. **J. Nutr.** 131:1520. 2001.
- [17] TOKACH M, D.; PETTIGREW, J.E.; JHONSTON, L.J.; OVERLAND, M.; RUST J, W.; CORNELIUS, S.G. Effect of adding fat and (or) Milk products to the Weanling pig diet on performance in the nursery and subsequent Grow-Finish stages. Department of animal Science, University of Minnesota, St. Paul 55 108. **J. Anim. Sci.** 73: 3358-3368.1995.