

ESTIMULACION DE LA ABSORCION DE PROTEINAS DEL CALOSTRO EN LOS LECHONES POR TRATAMIENTO CON SUERO HOMOLOGO ORAL*

MARCO ANTONIO VEGA 1 2

ANGELA RUIZ-NAVARRETE 1

ANGEL MARTINEZ SOSA 1

JORGE RICO 2

JORGE LOPEZ 3

JOSE CUARON 4

ANTONIO MORILLA 1

RESUMEN

Para establecer el efecto de la administración de suero sanguíneo homólogo oral a lechones recién nacidos sobre la absorción de proteínas del calostro, se realizaron 3 experimentos. En los dos primeros se establecieron los valores basales de proteína total y gama globulina en calostro y la cinética de absorción de esas proteínas por los lechones. Para esto se obtuvieron muestras de calostro de un grupo de 25 cerdas primíparas y se determinó que la concentración media de proteína total en calostro entero fue de 160 mg/ml (error estándar= 4.9) y en calostro deslipoproteinizado

(CDLP) fue de 133 mg/ml (error estándar= 5.2). En el CDLP casi 75% de la proteína correspondió a gama globulinas. En este experimento no se detectaron diferencias importantes entre los valores individuales. Para determinar la cinética de absorción de proteínas del calostro se usaron 38 lechones que fueron alimentados por sus madres. Se les tomaron muestras del plasma diariamente desde el nacimiento hasta los siete días de edad y se les evaluó la concentración de proteína total y las proporciones de albúmina y globulinas alfa, beta y gama. Se determinó que la concentración máxima de proteína total se alcanzó al tercer día de vida (91.0 ± 2.5 mg/ml), pero la proporción máxima de gama globulinas (41%) ocurrió a las 24 horas de nacido el animal. Para investigar el efecto del suero oral, se usaron 4 grupos de 12 lechones cada uno a los que se les administraron, una sola vez a cada animal, 5 ml de alguno de los siguientes tratamientos al nacimiento: suero oral o intraperitoneal y solución salina fisiológica oral o intraperitoneal. Los animales se dejaron con la madre para que ama-

1 Departamento de Inmunología, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias-SARH. Carretera México-Toluca Km. 15.5, 05110, Méx., D. F.

2 Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM.

3 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

4 Coordinación de Nutrición, Zona Centro-INIP.

* Proyecto parcialmente financiado por CONACYT.

Parte de los resultados de este trabajo corresponden a la tesis de maestría del primer autor.

mantaran normalmente y se muestrearon al nacimiento y a las 1, 2, 3, 24 y 168 horas. A cada muestra sanguínea se le determinó la concentración de proteína total y la proporción de albúmina y alfa, beta y gama globulinas. El grupo tratado con suero oral mostró valores plasmáticos ligeramente más elevados de proteína total y un mayor porcentaje de incremento de gama globulina a las 24 horas, comparado con los demás grupos, aunque las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$). Se concluyó que el efecto del suero oral, administrado a los lechones al nacimiento, es el de elevar la absorción de gama globulina del calostro probablemente a través de la estimulación de la pinocitosis a nivel intestinal aunque esta elevación está regulada homeostáticamente.

INTRODUCCION

El calostro y la leche maternos constituyen la principal fuente de anticuerpos y otros factores de protección para los lechones recién nacidos ya que la transferencia por placenta es nula en el cerdo (Curtis, Bourne, 1971). El acceso temprano a estos componentes por los neonatos es de primordial importancia para favorecer un periodo de lactancia con el mínimo de enfermedades. Esto es debido a que el calostro y la leche poseen una gran variedad de sustancias que permiten la inmunidad humoral y celular adecuada en el lechón (Morilla, 1983).

Se han hecho diversos trabajos acerca de la composición proteínica del calostro y de la cinética de absorción de las proteínas en el lechón recién nacido. Se ha determinado que el calostro de la cerda tiene aproximadamente 160 mg/ml de proteína y de ésta el 55% es gama globulina (Brent, et al., 1973; Bourne, 1969a; Porter, 1976; Inoue, Kitano e Inoue, 1980). El intestino del lechón absorbe las proteínas del calostro a

través de células especializadas durante 36 horas aproximadamente, después de las cuales cesa la absorción de macromoléculas (Leary y Lecce, 1979; Miller et al., 1983; Speer et al., 1952). Se ha observado que cuanto mayor sea la concentración de gama globulina en el suero de los animales recién nacidos, menor es la incidencia de enfermedades durante la lactancia (Bloom, 1982; Klobassa, Warhahn y Butler, 1981; Yaguchi et al., 1980).

Con objeto de disminuir la morbilidad y mortalidad de los lechones en las granjas, se les ha administrado oralmente suero sanguíneo al nacimiento. Este tratamiento, al parecer, proporciona una ventaja adicional a los animales pues se han observado tienen más gama globulina en el suero, mayor peso corporal y menor mortalidad (Quirós, Olguin y Garza, 1975; Estrada et al., 1985). Se ha sugerido que el efecto benéfico del suero es debido a la presencia de anticuerpos o a la estimulación del sistema reticuloendotelial del lechón por hormonas u otros factores no identificados que el suero contiene (Quirós, Olguin y Garza, 1975 y Kurczyn et al., 1976). También existe la posibilidad de que el efecto pueda deberse a la presencia de aminoácidos o macromoléculas que estimulen una mayor absorción del calostro a través del epitelio intestinal del lechón como se ha demostrado que ocurre en la rata (Donnelly y Bamfor, 1976), *in vitro* en intestino de lechón (Smith, Witty y Brown, 1968) e *in vivo* con lechones alimentados artificialmente (Leary y Lecce, 1979), aunque el mecanismo no está dilucidado.

Con objeto de demostrar que el suero estimula la absorción del calostro en el lechón recién nacido se hicieron tres experimentos. En los dos primeros se establecieron los parámetros basales de concentración de proteína total y gama globulinas

en el calostro de cerdas y la cinética de absorción de estas proteínas por los lechones recién nacidos. En el tercer experimento se estudió el efecto del suero oral sobre la absorción de proteínas del calostro por los cerdos neonatos.

MATERIAL Y METODOS

Experimento 1. Se tomaron muestras de calostro de un grupo de 25 cerdas primíparas, dentro de las primeras 6 horas después del parto (Figura 1) y se conservaron a -20°C hasta su uso. Las muestras se centrifugaron a $2000 \times g$ durante 30 minutos para eliminar grasas. Cada muestra se dividió en dos partes, una se usó como calostro entero (CE) y la otra se deslipoproteinizó (CDLP). A ambas muestras se les determinó proteína total por el método de Kjeldahl (Tejada, 1983) y el CDLP se utilizó para efectuar electroforesis en acetato de celulosa. Este procedimiento se efectuó debido a que las lipoproteínas interfieren en la electroforesis.

La remoción de las lipoproteínas se realizó con el método de Reyero y Stockl, (1977). A cada mililitro de calostro sin grasa, se le agregó 0.02 ml de sulfato de dextrán* al 10% en agua, agitando con un aplicador de madera durante 30 minutos. A la mezcla se le añadió cloruro de calcio 3M (0.01 ml/ml de calostro) y se agitó 30 minutos hasta que se hicieron grumos de lipoproteínas. La mezcla se centrifugó a $2000 \times g$ media hora y el sobrenadante se utilizó para la electroforesis.

Experimento 2. Se utilizaron 38 lechones a los que se les permitió tomar calostro de la madre durante todo el estudio (Figura 2). Se obtuvo una muestra diaria de plasma de cada lechón desde el nacimiento hasta el 7° día de vida. Al plasma se le determinó la concentración de proteína total por el método de Lowry et

al., (1951) y se le hizo electroforesis en tiras de acetato de celulosa, las que una vez transparentizadas con glicerol, se leyeron en un densitómetro (Gelman Digiscreen-MScanner) para obtener las proporciones de albúmina y alfa, beta y gama globulinas.

Experimento 3. Para investigar el efecto del suero oral, se utilizaron 4 lechones elegidos al azar de cada camada, a un total de 12 camadas (48 lechones). Al nacimiento, a cada lechón se le administraron 5 ml una sola vez de alguno de los siguientes tratamientos: solución salina fisiológica oral o intraperitoneal y suero completo oral o intraperitoneal. Después del tratamiento se dejaron con la madre para su amamantamiento normal. A los lechones se les tomaron muestras de plasma al nacimiento y a la 1, 2, 3, 24 y 168 horas de vida. A cada muestra se le determinó la concentración de proteína total y la proporción de albúmina y alfa, beta y gama globulinas (Figura 3).

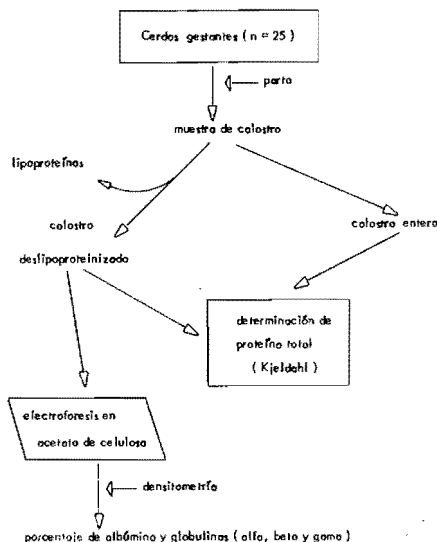


Figura 1.- Metodología para la determinación de proteína total y gammaglobulinas en calostro de cerdas primíparas.

* Pharmacia Fine Chemicals, Suecia

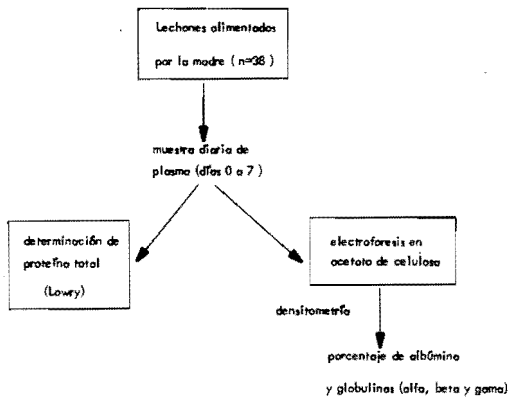


Figura 2.- Metodología para la determinación de la cinética de absorción de proteínas del calostro por los lechones recién nacidos.

El suero para el tratamiento provenía de un animal adulto de la misma granja donde se realizó el estudio para no introducir patógenos extraños, y se conservó a -70°C hasta su uso. Los resultados obtenidos se compararon estadísticamente por análisis de varianza y t de student.

RESULTADOS

Experimento 1. En la Figura 4 se muestran las concentraciones de proteína total en CE y CDLP así como la proporción de gama globulinas. Se observa que la proteína total promedio en CE fue de 160 ± 4.9 mg/ml y en el CDLP fue de 133 ± 5.2 mg/ml. El decremento debido a las lipoproteínas fue de casi 17%. Las gama globulinas en el calostro deslipoproteinizado alcanzaron casi 75% de la proteína total. La dispersión de los valores fue pequeña lo que indica poca variación en la concentración de componentes del calostro en este grupo.

Experimento 2. Los resultados de la cinética de absorción de las proteínas de calostro por los lechones recién nacidos constan en la Figura 5. Se puede observar que los lechones al nacimiento poseen una concentración promedio de proteína total en plasma de aproximadamente 33 ± 1.0 mg/ml y se incrementa hasta alcanzar 91 ± 2.5 mg/ml al tercer día. Las gama globulinas llegaron a su máxima proporción

GRUPOS DE LECHONES

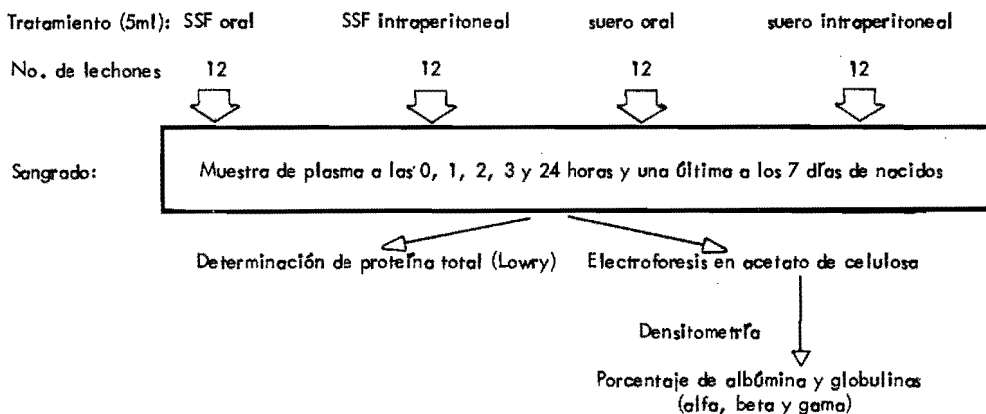


Figura 3.- Metodología para la determinación del efecto del suero oral sobre la absorción de proteínas del calostro en lechones recién nacidos.

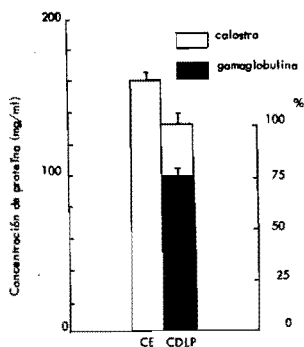


Figura 4.- Valores de proteína total en calostro entero (CE) y calostro deslipoproteínizado (CDLP) en cerdas al momento del parto y valores de gamaglobulina en CDLP. Promedio de 25 determinaciones \pm el error estándar.

a las 24 horas de vida (41%) y paulatinamente decrecieron conforme transcurrió el tiempo (Figura 6). La albúmina al primer día correspondió al 14% de la proteína total y gradualmente aumentó su proporción hasta ser la proteína plasmática mayoritaria al séptimo día de vida del lechón (36%).

Experimento 3. Los resultados del tratamiento con suero oral pueden verse en el Cuadro 1 expresados en porcentaje de incremento ($\Delta\%$) en el tiempo. Este criterio de respuesta se mg / ml

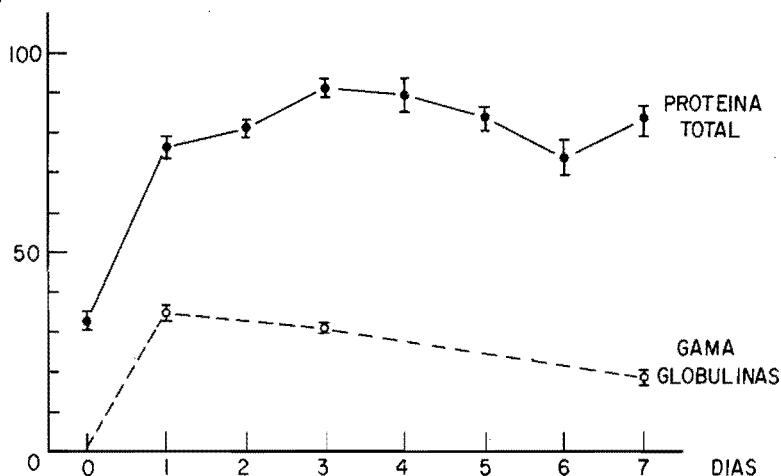


Figura 5.- Concentración plasmática de proteína total (●—●) y gamaglobulinas (○---○) de lechones en la primera semana de vida. Cada punto represento el promedio de 12 (proteína total) y 5 (gamaglobulina) determinaciones \pm el error estándar.

obtuvo normalizando los valores basales de proteína (tiempo cero) igualándolos a cero y a partir de ese momento se evaluaron los cambios en la concentración de proteína en función del tiempo. Al graficar estos datos (Figura 7), se observa que los lechones tratados con suero oral tuvieron valores de proteína total plasmática numéricamente más altos que los otros grupos, sin embargo, la diferencia no resultó significativa ($P > 0.05$). Al evaluar el $\Delta\%$ de las fracciones de albúmina y globulina alfa y beta de los 4 grupos, no se encontraron diferencias importantes entre ellos, pero, por lo que respecta a las gama globulinas, el grupo tratado con suero oral mostró valores más altos a las 24 horas (Cuadro 2 y Figura 8) sin resultar significativos ($P > 0.05$).

DISCUSION

La concentración de proteína total en el CE y el CDLP y de gama globulina concuerda aceptablemente con lo informado en la literatura (Bowland, 1965; Bourne, 1969b; Curtis y Bourne, 1971; Elliot et al., 1971; Norcross,

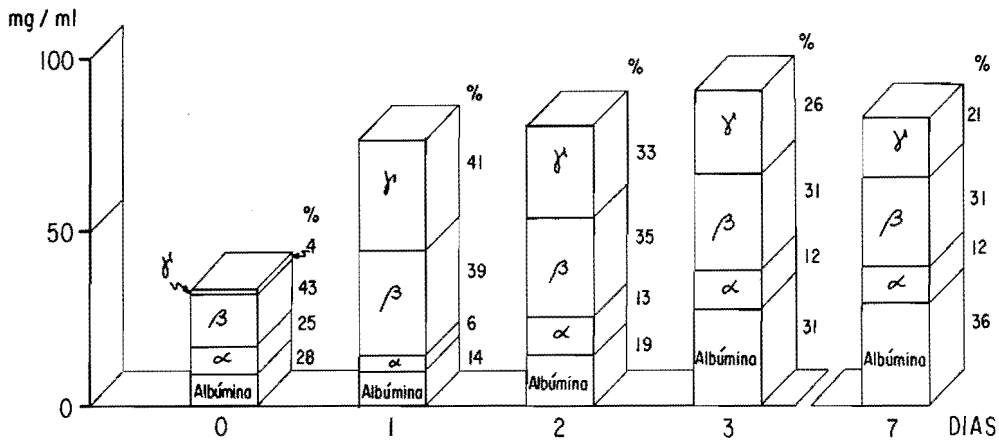


Figura 6.- Concentración de proteína total (mg/ml) y proporción de albúmina y globulinas (%) en plasma de lechones durante la primera semana de vida.

1982) (Figura 4). La eliminación de lipoproteínas del CDLP no afecta el contenido de gama globulinas del calostro por lo que se puede extrapolar el dato obtenido en CDLP (75%) al CE; de esta manera las gama globulinas alcanzan el 63% de la proteína total lo que concuerda con lo informado en la literatura (Bowland, 1965; Inoue, Kitano e Inoue, 1980).

Por otra parte la concentración de proteínas plasmáticas en los lechones recién nacidos muestra un rápido incremento en las primeras 24 horas de vida con un máximo de concentración a las 72 horas (Figuras 5 y 6). La proteína predominante es la gama globulina (41%) al primer día de vida y paulatinamente va disminuyendo su concentración. Esto puede deberse tanto al "cierre" intestinal al paso de macromoléculas como a la disminución de su concentración en el calostro materno (Speer et al., 1952; Curtis y Bourne, 1971). Un hallazgo interesante es el que respecta a la albúmina ya que ésta disminuye su proporción al primer día (14%) y gradualmente aumenta hasta ser la más abundante al séptimo día (36%). Su disminución al aumentar las inmunoglobulinas en el primer día, equilibra de alguna

manera la presión oncótica en la sangre del lechón impidiendo que esta presión se eleve peligrosamente.

Esto es explicable si se consideran las propiedades osmorreguladoras de la albúmina, por lo que los mecanismos homeostáticos del animal la deben mantener en cantidades adecuadas en la circulación, siendo producida, fundamentalmente, por el lechón.

Con los resultados de este experimento no fue posible determinar si al tercer día estas proteínas provienen en su totalidad del calostro o parte de ellas son sintetizadas por el lechón y se detecta un efecto aditivo de la absorción con la síntesis propia. Nuevamente los datos de este grupo mostraron poca dispersión de valores (error estándar menor de 2.0).

Estos resultados concuerdan con lo descrito por otros autores (Miller et al., 1962; Leary y Lecce, 1979 y Székly et al., 1979) en el sentido de que la ingesta de calostro en las primeras 24 horas de vida es de vital importancia pues es en este periodo cuando el lechón absorbe la mayor cantidad de gama globulinas del calostro, estos anticuerpos lo protegerán sistémicamente mientras está en condiciones

Cuadro 1

Porcentaje de incremento promedio ($\bar{\Delta}$ %) en la concentración plasmática de proteína total en función del tiempo en lechones que recibieron diferentes tratamientos al nacimiento. Cada cifra corresponde al promedio de 12 determinaciones de $\bar{\Delta}$ % \pm el error estándar.

Hora *	Tratamiento (5 ml)			
	SSF oral $\bar{\Delta}$ %	SSF I.P. $\bar{\Delta}$ %	Suero oral $\bar{\Delta}$ %	Suero I.P. $\bar{\Delta}$ %
1	-1.0 \pm 4.4	-12.6 \pm 3.8	3.2 \pm 3.9	-10.2 \pm 7.4
2	-1.0 \pm 4.8	-5.2 \pm 3.8	4.4 \pm 3.7	-6.5 \pm 7.4
3	14.1 \pm 5.4	11.4 \pm 3.5	24.6 \pm 7.2	0.8 \pm 4.4
24	193.8 \pm 18.4	183.0 \pm 16.3	219.1 \pm 13.8	138.4 \pm 20.2
168	194.6 \pm 10.3	155.3 \pm 11.2	179.2 \pm 14.4	189.7 \pm 28.4

* El valor basal se obtuvo a partir del promedio de 12 determinaciones de la concentración de proteína total en plasma al nacimiento (hora cero).

SSF = solución salina fisiológica

I.P. = intraperitoneal

de montar su propia respuesta inmune contra los microorganismos patógenos del medio, después de este período, las gama globulinas ya no son absorbidas en tan alta proporción, dado el cierre intestinal y entonces la protección conferida por el calostro y la leche es fundamentalmente de tipo local en el intestino.

Los dos primeros experimentos indican que existen mecanismos homeostáticos que regulan la concentración de proteína total y gama globulinas en el calostro de las cerdas; lo mismo ocurre con la cinética de absorción de tales componentes por los lechones ya que no existieron variaciones importantes entre animales. Con esta información, se pudo efectuar el tercer experimento de administración de suero oral y se determinó que aparentemente funciona favoreciendo la absorción de las gama globulinas del calostro y no del suero administrado puesto que los controles que recibieron el tratamiento intraperitoneal no mostraron estos

aumentos. Los lechones, al tener más gama globulina circulante, están mejor protegidos contra las agresiones del medio que los rodea y de esta manera podría explicarse el efecto observado en el campo con este tratamiento, pues los lechones tienen más vigor, ganan más peso y disminuye la morbilidad y mortalidad (Estrada *et al.*, 1985). El mecanismo involucrado en este aumento de la absorción probablemente sea el de una estimulación de la pinocitosis de las células del epitelio intestinal del lechón por la presencia de proteínas básicas como ha sido demostrado que ocurre en la rata (Donnelly y Bamford 1976) o *in vitro* en intestino de lechones (Smith, Witty y Brown, 1968).

CONCLUSION

El tratamiento oral con suero sanguíneo a los lechones recién nacidos, aparentemente proporciona a estos animales la capacidad de absorber mejor las gama globulinas del calos-

tro y por lo tanto tienen mayor concentración circulante. Sin embargo, este aumento es difícil de demostrar estadísticamente debido a que la concentración de proteína plasmática está regulada por mecanismos homeostáticos.

Se hace necesario seguir investigando sobre la posible estimulación

de la absorción intestinal y su efecto en el período de lactancia de los lechones sin descartar que el efecto observado pueda deberse a la presencia, en el suero del tratamiento, de otros factores que incrementen el metabolismo y/o favorezcan la maduración del sistema inmune del recién nacido.

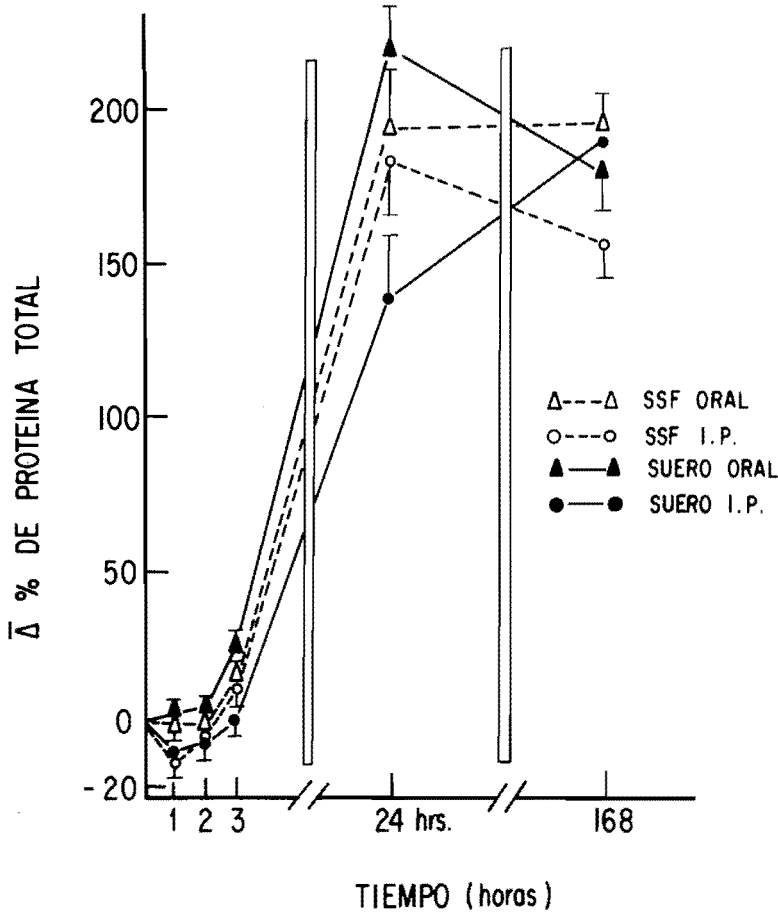


Figura 7.- Porcentaje de incremento promedio ($\bar{\Delta}$ %) de proteína total plasmática en función del tiempo, en lechones con diferentes tratamientos al nacimiento (dosis = 5 ml). Cada punto representa el promedio de Δ % de doce repeticiones \pm el error estándar.

Cuadro II

Porcentaje de incremento promedio ($\Delta\%$) en los valores absolutos de gamaglobulina plasmática en función del tiempo en lechones que recibieron diferentes tratamientos al nacimiento. Cada cifra corresponde al promedio de 12 determinaciones $\Delta\% \pm$ error estándar.

Hora *	Tratamiento (5 ml)			
	SSF oral $\Delta\%$	SSF I.P. $\Delta\%$	Suero oral $\Delta\%$	Suero I.P. $\Delta\%$
1	-63.6 \pm 26.1	-97.2 \pm 2.8	-79.2 \pm 11.6	-64.8 \pm 17.5
2	-46.4 \pm 28.8	-13.0 \pm 23.9	- 2.6 \pm 33.4	4.5 \pm 39.2
3	238.6 \pm 75.2	227.6 \pm 58.1	296.9 \pm 59.7	167.7 \pm 58.6
24	1870.2 \pm 154.6	1968.1 \pm 193.4	2305.5 \pm 289.1	1618.8 \pm 230.0
168	1007.4 \pm 133.0	843.8 \pm 110.9	803.4 \pm 87.3	1086.6 \pm 312.0

* El valor basal se obtuvo a partir del promedio de 48 determinaciones de gamaglobulina plasmática (mg/ml) al nacimiento (hora cero).

SSF = solución salina fisiológica

I.P. = intraperitoneal

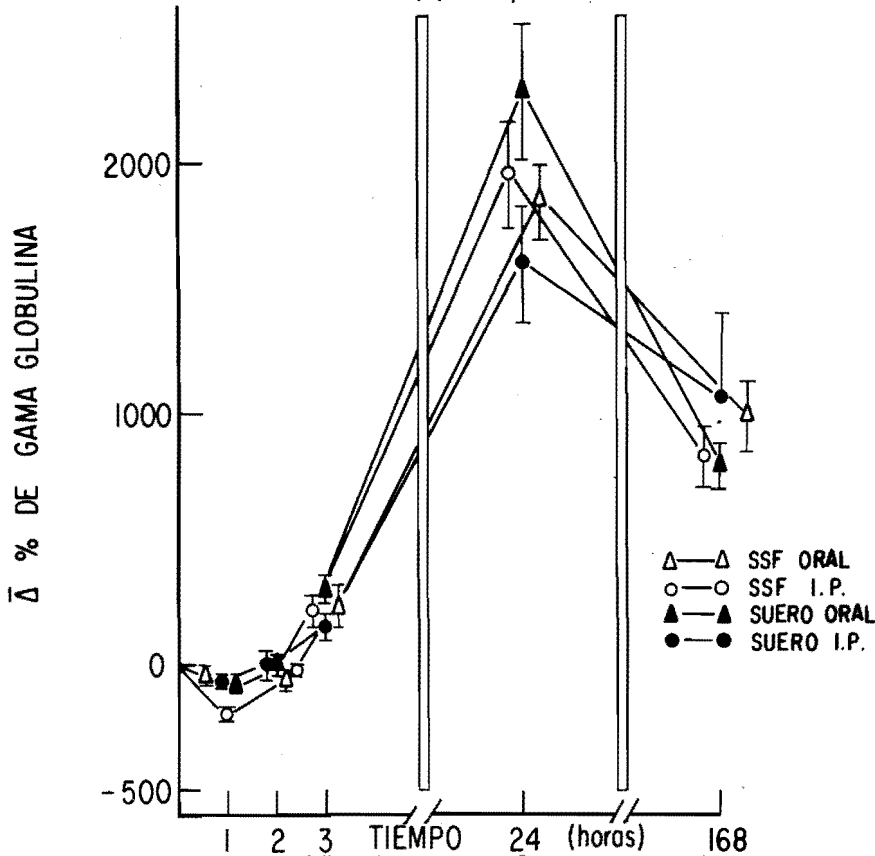


Figura 8.- Porcentaje de incremento promedio ($\Delta\%$) en los valores absolutos (mg/ml) de gamaglobulina plasmática en función del tiempo en lechones con diferentes tratamientos al nacimiento (dosis = 5 ml). Cada punto representa el promedio de $\Delta\%$ de 12 determinaciones \pm el error estándar. SSF = solución salina fisiológica; I.P. = intraperitoneal

SUMMARY

We carried out three experiments in order to investigate the effect of the oral administration of serum to newborn piglets. In the first two, we investigated the content of total protein and gammaglobulin in colostrum of gilts and how these proteins were absorbed by the piglets.

The total protein content was determined in whole colostrum (CE) and in colostrum without lipoproteins (CDLP) from 25 gilts (CE = 160 ± 4.9 mg/ml and CDLP = 133 ± 5.2 mg/ml). In the CDLP the gammaglobulin proportion reached 75% of the total protein. No differences among animals were detected in this experiment.

The piglets' absorption kinetics of colostrum was determined in 38 piglets fed by their dams. Plasma from these animals were taken daily from born to 7th day of life and the content of total protein and the albumina and alpha, beta and gammaglobulin proportion were determined in each piglet. The highest value of total protein was reached at the 3rd day of life (91.0 ± 2.5 mg/ml), but the highest proportion of gammaglobulin (41%) was attained at the 1st day of age.

In order to investigate the effect of serum in the piglets, we used 4 groups of 12 piglets each. To each animal of group I, 5 ml of saline were administered orally; in group II the saline was administered parenterally, in group III serum was administered by oral route; and in group IV, serum was administered parenterally. All the piglets were fed normally by their dams after the treatment. Plasma of each piglet was obtained at born and at 1, 2, 3, 24 and 168 hours after born and the total protein content and albumin, alpha, beta and gammaglobulin proportion were determined in each sample.

The group III (oral serum) reached higher values of total protein content in plasma than the other groups and the highest values of gammaglobulin at the 24 hours.

We concluded that this treatment may raise the gammaglobulin absorption from colostrum in the piglets perhaps by means of some inespecific stimulation on the intestinal epithelium's pinocytotic activity.

LITERATURA CITADA

BLOOM, J. Y. (1982). The relationship between serum immunoglobulin values and incidence of respiratory disease and enteritis in calves. *Nord. Veterinaer Medicin.* 34 (7/9):276-284.

BOURNE, F. J. (1969a). Studies on colostrum and milk whey proteins in the sow. 1 The transition of mammary secretion from colostrum to milk with natural suckling. *Anim. Prod.* 11(3):337-343.

BOURNE, F. J. (1969b). Studies on colostrum and milk whey proteins in the sow. 2. The effect of delayed suckling on colostrum and milk whey proteins. *Anim. Prod.* 11(3): 345-349.

BOWLAND, J. P. (1965). Swine milk composition-A summary. *Swine in biomedical Research.* Proc. of an Int. Symp. at Richland, Wash. EE.UU. pp 97-107.

BRENT, B.E.; MILLER, E.R.; ULLREY, D.E. y KEMP, K.E. (1973). Postpartum changes in nitrogenous constituents of sow milk. *J. Animal Sci.* 36 (1): 73-78.

CURTIS, J. y BOURNE, F.J. (1971). Immunoglobulin quantitation in sow serum, colostrum and milk and the serum of young pigs. *Biochim, Biophys, Acta* 236:319-332.

DONNELLY, H. y BAMFORD, D. R. (1976). The effect of aminoacids on immunoglobulin transport in the neonatal rat. En. *Clinical and experimental immunoreproduction*, 2. Materno-fetal transmission of immunoglobulins. Editado por W. A. Hemmins, Cambridge University Press, Inglaterra. pp: 371-378.

ELLIOT, R.F.; VANDER NOOT, G. W.; GIL-BREATH, R.L. y FISHER, H. (1971). Effect of dietary protein level on composition changes in sow colostrum and milk. *J. Animal Sci.* 32(6):1128-1137.

- ESTRADA, C. A.; RICO, P. J.; MARTELL, D.M.; ROSALES, O.C. y MORILLA, G.A. (1985). Efecto de la administración oral de suero sanguíneo sobre las diarreas de los lechones. **Vet. Méx.** 16(3).
- INOUE, T.; KITANO, K.E.; INOUE, K. (1980). Possible factors influencing the immunoglobulin G concentration in swine colostrum. **Am. J. Vet. Res.** 41(7):1134-1136.
- KLOBASSA, F.; WARHAHN y BUTLER, J.E. (1981). Regulation of humoral immunity in the piglet by immunoglobulin of maternal origin. **Res. Vet. Sci.** 31:195-206.
- KURCZYN, R.G.; GARZA, R.J.; OLGUIN, R. F. y QUINTANA, F. (1976). Efecto de la adición al calostro del suero sanguíneo, albúmina y gama globulina en lechones. **Vet. Méx.** 7:124-131.
- LEARY, H. L. y LECCE, J. G. (1979). The preferential transport of immunoglobulin G by the small intestine of the neonatal piglet. **J. Nutr.** 109:458-466.
- LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, N.J.; LEWIS FARR, A. y RANDALL, R.J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 193:265-275.
- MILLER, E.R.; HARMON, D.E.; SCHMIDT, D.A.; LUECKE, R.W. y HOEFER, J.A. (1962). Antibody absorption, retention and production by the baby pig. **J. Animal. Sci.** 21 (2):309-314.
- MORILLA, G.A. (1983). Mecanismos de resistencia del lechón. **Porcrama** 8:(95):58-64.
- NORCROSS, N.L. (1982). Secretion and composition of colostrum and milk. **J. Am. Vet. Med. Ass.** 181(10):1057-1060.
- PORTER, P. (1976). Immunoglobulin mechanisms in health and nutrition from birth to weaning. **Proc. Nutr. Soc.** 35:273-285.
- QUIROS, P.J.; OLGUIN, R.F. y GARZA, R.J. (1975). Anticuerpos adquiridos pasivamente en relación con mortalidad e incremento de peso en lechones. **Vet. Méx.** 6:84-91.
- REYERO, C. y STOCKL, W. (1971). Isolation of porcine colostral immunoglobulins and preparation of monospecific anti-gamma, anti-alpha, and anti-mu chain antibodies using agarose-linked immunosorbents. **J. Immunol. Methods.** 15:211-221.
- SMITH, M. W.; WITTY, R. y BROWN, P. (1968). Effect of poly-L-arginine on rate of bovine IgG transport by newborn pig intestine. **Nature** 220:387-388.
- SPEER, V.C.; BROWN, H.; QUINN, L. y CATRON, D.V. (1952). The cessation of antibody absorption in the young pig. **J. Immunol.** 83:632-634.
- SZÉKY, A.; RÁTZ, F; TUBOLY, S. y NAGY GY (1979). Absorption of colostral immunoglobulins in suckling piglets. **Acta Microbiol. Acad. Sci. Hung** 26:99-110.
- TEJADA, H.I. (1983). Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Edición del Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A. C. pp:22-24.
- YAGUCHI, H.; MURATA, H.; KAGOTA, K. y NAMIOKA, S. (1980). Studies on the relationship between the serum gamma globulin levels of neonatal piglets and their mortality during the first two months of life: an evaluation for the ammonium sulphate reaction. **Br. Vet. J.** 136:63-70.