

27. **Rodriguez, L.L.; Homan, J.; Easterday, B.C.** 1984. Characterization of bovine herpes virus-1 isolated from trigeminal ganglio of clinically healthy cattle. *Am. J. Vet. Res.* 45:1069-1062.
28. **Rueda de Clavijo, O.E.; Viáfara, N.E.; Mariño, O.C.** 1987. Separación de células mononucleares linfoides por centrifugación isopícnica. *Rev. ICA.* 21(1):20-27.
29. **Rueda de Clavijo, O.E.** 1987. Estudio de la respuesta inmune celular utilizando como modelo al virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina (RIB). Tesis M.S. Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias. ICA-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
30. **Segal, S.; Tzehoval, E.; Fridken, M.; Feldman, M.** 1980. What signals macrophage to signal lymphocyte. Rehovot, Israel. The Weizman Institute of Science. (Research Communication No. 65). 87-93.
31. **Singer, A.; Clark, P.J.; Hung, J.P.; Hara, I.** 1981. The regulatory role of macrophages in antigen stimulation. *Adv. Immunol. (USA)*, 31:1-9.
32. **Sorensen, O.S.; Haar, S.; Moller-Larsen, A.; Wildenhoff, K.** 1980. Cell-mediated and humoral immunity to herpesvirus during and after herpes zooster infections. *Infect. Immun.* 29:365-369.
33. **Soulebot, J.P.; Guillermin, F.; Brun, A.; Espinasse, D.J.; Terre, J.** 1982. Infectious bovine rhinotracheitis. Study on the experimentally induced disease and its prevention using an activated, adjuvant vaccines. *Developments Biological Standardization (USA)*, 52:463-483.
34. **Steel, R.G.C.; Torrie, J.H.** 1960. Principles and procedures of statistics. New York. McGraw-Hill. p. 99-180.
35. **Sweat, R.L.** 1983. Persistence of antibodies and anamnestic response in calves vaccinated with inactivated infectious bovine rhinotracheitis virus and parainfluenza 3 virus vaccines. *J. Am. Vet. Med. Ass. (USA)*, 15:809-811.
36. **Villate, J.E.; de León, L.; Ocampo, S.; Cortés, E.; Sierra, P.** 1973. Aislamiento del virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina y reproducción experimental de la enfermedad. Informe ICA, Bogotá. 1973.

ZOOTECNIA

ALIMENTACION DE CERDOS CON SUERO DE QUESO FRESCO EN COMBINACION CON SUBPRODUCTOS DE MOLINERIA O GRANO DE MAIZ

Daniel Sáenz P.; Héctor Obando C.; Arthur A. Owen B.*

RESUMEN

En el primer ensayo se midieron los rendimientos zootécnicos de cerdos durante los periodos de crecimiento y acabado (17 a 90 kg) alimentados con siete raciones: dos sin suero de queso fresco (SQF) basadas en maíz + torta de soya (M + TS) y maíz + torta de algodón (M + TA) o dietas controles, y las otras cinco con (SQF) en combinación con maíz-grano molido (MGM), o uno de los cuatro subproductos de molinería siguientes: harina de arroz (HA), mogolla de trigo (MT), salvado de trigo (ST) y salvado de maíz (SM). En el segundo ensayo se midió el efecto de la alimentación con SQF, únicamente durante el periodo de acabado (43 a 92 kg) en combinación con los mismos subproductos de molinería del primer ensayo. Para

* M.V.Z., M.S., Profesor Asociado Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia. A.A. 53917, Bogotá. M.V.Z., M.S., Programa de Fisiología y Genética Animal, ICA. A.A. 151123 Bogotá. I.A. Ph.D. Programa de Nutrición Animal, ICA. A.A. 233. Palmira, Valle, Colombia.

los ensayos se emplearon 84 cerdos, mitad hembras y mitad machos castrados, de las razas Duroc (D), Landrace (L) y Yorkshire (Y), y cruces D x Y y L x D, los cuales se asignaron al azar a cada ración. Los resultados del primer ensayo fueron: aumento de peso diario (APD) para el grupo SQF + HA: 600 g; para el grupo SQF + MT: 580 g y para el grupo SQF + MGM: 620 g, aumentos que fueron inferiores a los obtenidos con las dietas controles (M + TS y M + TA), pero superiores significativamente (P a los obtenidos por los grupos SQF + SM: 490 g y SQF + ST: 520 g. El consumo promedio diario (CPD) de SQF fue de 15.3 y 21 L para los periodos de crecimiento y acabado, respectivamente. El CPD de subproductos de molinería y/o el MGM para los periodos mencionados fueron 1.1 y 1.5 kg, respectivamente. Los resultados del segundo ensayo tuvieron las mismas respuestas que en el primer estudio, pero con un menor CPD de SQF = 17 L; y un mayor CPD de subproducto de molinería o MGM igual a 2 kg, lo cual sugiere falta de adaptación de su capacidad gastrointestinal. Estos resultados permitieron concluir que el SQF puede remplazar en un 33% al concentrado balanceado convencional y no debe ser combinado con subproductos cuyo contenido final de fibra sea igual o exceda al 10%, vale decir, como SM o ST.

Palabras Claves Adicionales: Cerdos en crecimiento y acabado, maíz, mogolla de trigo, harina de arroz, salvado de trigo, salvado de maíz, adaptación a alimentos líquidos.

ABSTRACT

Feeding Swine whole Fresh whey in Combination with Grain or Grain Milling by Products

In the first study, animal performance was measured on growing and finishing pigs (17 to 90 kg) feed seven diets: two with out whey, corn-soy bean meal (CSM) and corn-cotton seed oil meal (CCM); and the other five, with whole fresh whey (WFW) in combination with ground corn grain (GC), or one of the following four grain milling by-products: Rice bran (RB), wheat middlings (WM), wheat bran (WB) and corn bran (CB). In a second trial the effects of feeding WFW was studied by feedings pigs in the finishing fase (43 to 92 kg), that is, pigs that had not been exposed to whey in their diets during the growth period; WFW in combination with the milling by products: RB, WM, WB and CB. Duroc (D), Landrace (L) and Yorkshire (Y), and Duroc cross bred pigs (D x Y and L x D), were used in this study. Employing a total of 84 pigs, 12 (six castrates and six females) were randomly allotted to each diet. Results of the first trial were: average daily gain (ADG) for the WFW-RB troup, 600 g; WFW-WM group, 580 g and the WFW-GC group, 620 g. These ADG were inferior to those obtained with the pigs on the control diets CSM and CCM, but superior to those groups of pigs on the WFW-CB (490 g) and WFW-WB (520 g) diets ($P < 0.05$). WFW daily average intake during the growth period was 15.3 liters and during the finishing period, 21.0 liters; average daily grain milling by-product intake for the two periods were: 1.1 and 1.5 kg, respectively. Results of the second study for those animals that received no WFW during the growth period, showed the same results as those of the first study, but with a lower WFW daily intake (17 liters/day),

and a higher grain milling by-product intake: 2.0 kg/day. This fact suggests an adaptation of the gastro-intestinal tract in terms of liquid volume capacity of pigs fed WFW during the growth period. It is concluded that WFW can replace 33% of a conventional balanced diet, and should not be combined in rations whose total crude fiber content is equal to or exceeds 10%, such that will readily occur when wheat bran and corn bran are used.

Additional Index Words: Growing-finishing swine feeding, corn grain, wheat middlings, rice, corn and wheat bran, adaptation to liquid feeds.

Desde 1946 se estableció que el suero de queso poseía un factor de crecimiento para los cerdos (Dyer y Krider, 5), por lo cual ha sido utilizado por muchos productores de queso para alimentar cerdos y disminuir los costos de producción (Esnaola, 6). Sin embargo, no sirve como alimento único (Lerner y Nardiello, 13), pues si bien, su fracción proteínica es de alto valor nutritivo por su contenido de lactoalbúmina (Baker et al, 2), triptófano, lisina y aminoácidos azufrados (Maunell, 15), con una biodisponibilidad en el cerdo del 78 al 94% (Alais, 1; Kunachowics et al, 11; Thivend, 23), lo cual lo hace comparable con la de la cebada, avena y trigo y superior a la de la caseína (Schingoethe, 20), en cambio no lo es su fracción energética, a pesar de tener alto contenido de lactosa: 63% en el suero de cabra y 32 a 78% en el suero de vaca (Ruckemann et al, 18), debido a que la utilización de la lactosa se disminuye con la edad del cerdo, por un lado; pero por otro, favorece el desarrollo bacteriano en el tracto digestivo, lo cual aumenta la disponibilidad de vitaminas de complejo B (Maunell, 15; Brune y Their, 3); sin embargo, también puede ocasionar trastornos digestivos que disminuyen la digestibilidad de los nutrientes en 10% (Baker et al, 2 y Schingoethe et al, 19), debido al aumento hasta en un 72% de ácido láctico (Owtram, 17; Brune y Their, 3). Esta acidez del suero da lugar a una pérdida total de la lisina (Huss, 10). El almacenamiento del suero en recipientes de aluminio puede producir intoxicación; por eso se recomienda suministrar el suero recién elaborado y en caliente, con el fin de mejorar en 5 al 10% el rendimiento de los cerdos (Holmes, 9); y la disminución de la cantidad del suero en la última etapa del engorde evita la pérdida de 0.1 a 1.4% del peso en la canal (Navratil et al, 16).

Con base en los anteriores planteamientos, se llevó a cabo este estudio para evaluar los rendimientos de los cerdos desde el destete hasta el peso del animal en el mercado, cuando se suministra suero de queso fresco (SQF) en combinación con un subproducto de molinería como el salvado de maíz (SM), el salvado de trigo (ST), la mogolla de trigo (MT), la harina de arroz (HA) o el maíz (M) solo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó entre los meses de enero y junio de 1975, en la Sección de Porcinos del CNI-Tibaitatá, situado en la Sabana de Bogotá a 2640 m.s.n.m.; temperatura 13°C; humedad, 72% y precipitación pluvial anual, 640 mm.

Se utilizaron 84 cerdos de las razas Duroc, Landrace y Yorkshire, y los cruces Landrace x Duroc y Yorkshire x Duroc; la mitad eran machos castrados y la otra mitad hembras: todos estaban vacunados contra peste porcina. Los corrales tenían un área de 16 m² (2 x 8 m), la mitad de los cuales eran cubiertos, con piso de concreto y paredes de ladrillo. En cada corral fueron alojados tres animales que disponían de un comedero de tolva de tres puestos para el suministro del subproducto de molinería y un bebedero de cemento, tipo canoa, para el suministro del suero de queso. El alimento se ofreció **ad libitum**. Los animales de las dietas controles fueron los únicos que recibieron agua.

El suero de queso empleado fue suministrado por una fábrica de quesos distante 45 km de Tibaitatá. El suero provenía de la elaboración de quesos en los cuales no se utilizaba sal (Tabla 1d), lo cual prevenía posibles intoxicaciones. El suero se transportaba dos veces por semana, (martes y viernes) y se almacenaba en cantinas de aluminio de 60 L de capacidad.

El contenido de agua, proteína, grasa, fibra, cenizas, elementos no nitrogenados, así como el contenido de aminoácidos, vitaminas y minerales del suero de queso utilizado en este estudio, se presenta en la Tabla 1.

Dietas Experimentales

Para este estudio se utilizaron siete dietas, las cuales se suministraron a los cerdos durante

todo el período experimental, vale decir, durante los períodos de crecimiento comprendidos entre los 17 y 47 kg de peso (Tabla 2) y de acabado, 47 a 90 kg (Tabla 3). El contenido de proteína varió únicamente en las dietas controles M + TS y M + TA sin suero de queso, balanceada a un 16% de proteína cruda durante la etapa de crecimiento y 12% durante el acabado; estas dietas fueron las únicas que se balancearon para llenar los requerimientos nutricionales, pues las cinco dietas restantes sólo aportaban los nutrientes que contenía el suero y el subproducto de molinería (M, SM, ST, HA y MT), más una adición de vitaminas y minerales, en las cantidades que se reportan en las Tablas 2 y 3.

El contenido analizado de proteína bruta, fibra, grasa, cenizas y elementos no nitrogenados de las dietas para los períodos de crecimiento-acabado, sin incluir lo aportado por el suero, se detallan en la Tabla 4.

TABLA 1. Contenido de nutrientes del suero de queso usado en la alimentación de los cerdos del experimento.

Nutrientes	Cantidad*	Nutrientes	Cantidad*
a) Bromatológicos:		c) Vitaminas:	
Humedad, g	986.27	Riboflavina, mg	1.40
Proteína, g	7.80	Ac. Nicotínico, mg	0.52
Grasa, g	0.04	Ac. Pantoténico, mg	2.23
Fibra, g	0.15	Colina, mg	0.90
Cenizas, g	0.68	B-12, mcg	0.70
E.N.N., g	5.07	B-6, mg	0.00
E.D., Kcal/kg**	30.71	Tiamina, mg	0.17
		Vitamina A U.I.	< 0.01
		Vitamina D U.I.	< 0.01
		Vitamina E U.I.	< 0.01
b) Aminoácidos:		d) Minerales:	
Lisina, g	0.52	Calcio, g	0.41
Metionina, g	0.09	Fósforo, g	0.37
Cistina, g	0.14	Hierro, mg	7.48
Triptófano, g	0.09	Cobre, mg	2.00
Arginina, g	0.19	Manganeso, mg	0.21
Histidina, g	0.09	Zinc, mg	< 0.01
Isoleucina, g	0.42	Yodo, mg	< 0.01
Leucina, g	0.66	Cloruro de Sodio, g	< 0.01
Fenilalanina, g	0.19		
Treonina, g	0.37		
Valina, g	0.33		

* Cantidad/L de suero de queso. Análisis realizado en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Bogotá.

** Calculada según tablas de composición de alimentos de América Latina McDowell et al (14).

TABLA 2. Composición de las dietas para el período de crecimiento (17-47 kg) de cerdos alimentados con suero de queso.

Dietas Ingredientes*	Dietas						
	Maíz T. soya	Maíz T. algodón	Maíz	Salvado maíz	Salvado trigo	Harina arroz	Mogolla trigo
Torta de soya (50%)	17.3	7.0	—	—	—	—	—
Torta de algodón (50%)	—	11.0	—	—	—	—	—
Maíz amarillo (9.1%)	79.1	78.8	96.4	—	—	—	—
Salvado de maíz (7.4%)	—	—	—	96.4	—	—	—
Salvado de trigo (15.7%)	—	—	—	—	96.4	—	—
Harina de arroz (12.4%)	—	—	—	—	—	96.4	—
Mogolla de trigo (15.8%)	—	—	—	—	—	—	96.4
Sal yodada	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Carbonato de calcio	0.7	0.5	—	—	—	—	—
Fosfato bicálcico	1.9	1.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Vitaminas y minerales**	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Total (kg)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* El número entre paréntesis indica el contenido porcentual de proteína analizada.

** Premezcla comercial. Suministro por kg de dieta: Vitaminas: A=4000 U.I.; D-3=1500 U.I.; E=2 U.I.; Riboflavina=4 mg; Acido Pantoténico=10 mg; Niacina=30 mg; Cloruro de Colina=250 mg; B-12=0.015 mg; K=1 mg; Minerales: Mn=40 mg; Fe=40 mg; Cu=4 mg; I=2.5 mg; Zn=50 mg.

TABLA 3. Composición de las dietas para el período de acabado (47 a 90 kg) de cerdos alimentados con suero de queso.

Dietas Ingredientes*	Dietas						
	Maíz T. soya	Maíz T. algodón	Maíz	Salvado maíz	Salvado trigo	Harina arroz	Mogolla trigo
Torta de soya (50%)	10.0	—	—	—	—	—	—
Torta de algodón (50%)	—	10.0	—	—	—	—	—
Maíz amarillo (9.1%)	87.5	87.3	97.0	—	—	—	—
Salvado de maíz (7.4%)	—	—	—	97.0	—	—	—
Salvado de trigo (5.7%)	—	—	—	—	97.0	—	—
Harina de arroz (12.4%)	—	—	—	—	—	97.0	—
Mogolla de trigo (15.8%)	—	—	—	—	—	—	97.0
Sal yodada	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Carbonato de calcio	0.3	0.5	—	—	—	—	—
Fosfato bicálcico	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Vitamina y minerales**	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Total (kg)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* El número entre paréntesis indica el contenido porcentual de proteína analizada.

** Premezcla comercial. Suministro por kg de dieta: Vitaminas: A=4000 U.I.; D-3=1500 U.I.; E=U.I.; Riboflavina=4 mg; Acido pantoténico=10 mg; Niacina=30 mg; Cloruro de Colina=250 mg; B-12=0.015 mg; K=1 mg; Minerales: Mn=40 mg; Fe=40 mg; Cu=4 mg; I=2.5 mg; Zn=50 mg.

Métodos Estadísticos

Del total de 84 cerdos que se utilizaron para este estudio, 42 recibieron las mismas dietas desde los 17 hasta los 90 kg, y los 42 restantes sólo empezaron a recibir las dietas propuestas durante el período de acabado (47 a 90 kg), con el objeto de medir el rendimiento de los cerdos sin el posible efecto residual de el suministro de suero en la etapa previa de crecimiento (17 a 47 kg).

Los datos se analizaron por medio de la varianza y se establecieron las diferencias mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan. También se determinaron los coeficientes de variación para medir la confiabilidad del experimento (Steel y Torrie, 22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Aumentos de Peso Diarios por Cerdo (Tabla 5)

A cada dieta se asignaron, completamente al azar, seis cerdos (3 machos y 3 hembras), con base en el peso; cada dieta tuvo dos repeticiones (de 3 animales cada repetición). Los controles de peso y consumo de alimento se hicieron cada 14 días.

Las ganancias diarias de peso durante el período de crecimiento-acabado de los cerdos alimentados con suero de queso suplementado con HA, MT o maíz, fueron similares a las obtenidas con las dietas controles, pero superiores a las logradas con ST o SM. Esta respuesta es atribuible por un lado al alto contenido de fibra de los salvados (Tabla 4) y por otro, al contenido de lactosa del suero de queso, la cual hace reducir la digestibilidad de la fibra (Ruckemann et al, 18). El mayor contenido de grasa de la HA no dio lugar a mejores aumentos de peso durante la etapa de acabado, como era de esperarse según los resultados obtenidos por Villarroel (24), quien encontró que los aumentos diarios de peso en la etapa de acabado doblaron los alcanzados en el crecimiento (690 versus 340 g). Otros investigadores reportan aumentos diarios similares o superiores a los hallados en este estudio, en las diferentes etapas del desarrollo del cerdo cuando se alimenta con suero de queso, pero con suplementos de mezclas de cereales como cebada, avena, arveja, trigo, maíz (Lerner, 12; Calefi y Nizzola, 4; Hanraham, 8; Galkin, 7; Brune y Their, 3; Slijvovacki et al, 21), lo cual permite balancear mejor los requerimientos nutricionales de los cerdos en sus diferentes etapas; situación que no se da cuando únicamente se suministra suero con uno de los subproductos, como se empleó en este estudio.

TABLA 4. Análisis* del contenido de nutrientes de las dietas utilizadas en la alimentación de cerdos con suero de queso.

Nutrientes (%)	Dietas						
	Maíz T. soya	Maíz T. algodón	Maíz	Salvado maíz	Salvado trigo	Harina arroz	Mogolla trigo
Para cerdos en crecimiento							
Proteína bruta	16,2	16,0	8,6	7,1	14,8	11,9	14,4
Fibra	2,9	3,2	2,5	13,0	10,4	9,4	8,6
Grasa	3,4	3,3	2,9	1,8	3,4	10,9	4,8
Cenizas	4,6	4,1	3,3	23,6	7,6	10,1	8,8
E.N.N.	62,9	63,5	73,7	46,8	53,7	47,3	53,8
Para cerdos en acabado							
Proteína bruta	11,8	12,2	8,9	10,0	15,1	12,1	14,4
Fibra	3,0	3,1	2,6	10,5	10,4	9,1	8,5
Grasa	3,5	3,2	2,9	3,5	3,6	11,4	4,5
Cenizas	3,2	3,8	3,1	12,5	6,9	9,6	6,5
E.N.N.	69,5	67,9	72,9	51,5	53,3	48,8	56,4

* Análisis realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal del ICA en Tibaltatá.

TABLA 5. Resultados de los rendimientos producidos de los cerdos alimentados con suero de queso y subproductos de molinería.

Etapa del desarrollo*	Sin suero de queso		Con suero de queso				
	Maíz T. soya	Maíz T. algodón	Maíz	Salvado maíz	Salvado trigo	Harina arroz	Mogolla trigo
a. Aumento de peso diario (g) (C.V. = 13.4%)							
Crecimiento	620 d	580 d	530 ad	450 a	520 a	600 d	610 d
Acabado	670 dc	540 da	690 c	580 da	520 a	600 dc	560 d
Crecimiento - acabado	650 d	560 d	620 d	490 a	520 a	600 d	580 d
b. Eficiencia de conversión alimenticia** (C.V. = 11.98%)							
Crecimiento	2.5 b	3.1 b	3.1 b	4.3 c	3.0 b	3.1 b	3.1 b
Acabado	3.8 c	4.3 dc	3.9 c	4.7 d	4.1 c	3.9 c	4.3 dc
Crecimiento - acabado	3.3 b	3.8 c	3.6 c	4.7 d	3.7 c	3.6 c	3.8 c
c. Duración del período (días)							
Crecimiento	49	56	56	71	56	49	49
Acabado	63	77	70	70	84	77	77
Crecimiento - acabado	112	133	126	141	140	126	126

* Seis animales por dieta. Peso inicial y final de cada etapa; Crecimiento: 17.3 a 47.7 kg; Acabado: 47.7 a 90.8 kg y Crecimiento - acabado: 17.3 a 90.8 kg.

a, b, c, d, = Exponentes iguales en línea horizontal no difieren significativamente ($P < 0.05$).

** Con base en materia seca (suero de queso + alimento concentrado). c.v. = Coeficiente de variación.

Eficiencia de Conversión Alimenticia (Tabla 5 b)

Los cerdos alimentados con la combinación suero de queso y SM fueron los que necesitaron más alimento (4.7 kg) para producir 1 kg de peso vivo en cada una de las etapas analizadas, probablemente debido al contenido bajo de proteína y alto en fibra que aportó tanto en crecimiento como en acabado (Tabla 4). Los demás grupos de animales que recibieron suero presentaron una conversión alimenticia similar entre sí en las dos etapas, lo mismo que la que obtuvieron los cerdos de la dieta control a base de M + TA; sin embargo, su comportamiento fue inferior al presentado por aquellos que se alimentaron con la dieta control a base de M + TS. De otro lado, la eficiencia de conversión alimenticia obtenida por la combinación suero de queso-harina de arroz (3.6) fue mejor que la reportada para esta misma combinación por Villarroel (24), quien estableció valores de 4.5 y 4.8 para crecimiento y acabado respectivamente, que equivalen a las más pobres eficiencias obtenidas en el presente trabajo, vale decir, con los animales a los cuales se les suministró suero de queso-salvado de maíz.

Duración de los Períodos de Crecimiento-Acabado (Tabla 5 c)

Los cerdos alimentados con suero de queso tardaron más días en alcanzar el peso del mercado, comparado con aquellos a los cuales no se les suministró. Los animales que recibieron suero de queso con los salvados de maíz o trigo, tardaron 28 y 7 días más en alcanzar el peso del mercado que los alimentados con las dietas controles maíz-soya y maíz-algodón, respectivamente. En cambio, los cerdos que consumieron suero de queso combinado con maíz, HA o MT demoraron en alcanzar el peso de mercado 14 días más que los de la dieta control M + TS, y 7 días menos que los alimentados con la dieta control: M + TA; este último comportamiento no fue muy bien definido en el presente estudio, pues no se determinó un factor importante como el contenido de gisopol en la TA. Esta mayor duración para alcanzar el peso de mercado con los cerdos que se alimentaron con suero de queso, probablemente se debió a la dilución que sufrieron los nutrientes de la dieta por el alto contenido de agua del suero (93.3%) y de fibra en los subproductos utilizados como en los salvados (10%).

Consumo Diario de Suero de Queso (Tabla 6 a)

Los cerdos entre 17 y 48 kg de peso vivo consumieron 15.3 L de suero de queso/día y los que pesaban entre 48 y 91 kg consumieron 21.1 L/día, considerando para este promedio todas las dietas en las cuales se empleó este subproducto. Estos consumos concuerdan con los reportados por Brune y Their (3) para estas dos etapas del crecimiento de los cerdos. Sin embargo, cuando el suplemento seco que se suministró con el suero de queso durante la etapa de crecimiento tenía alto contenido de fibra, como el salvado de maíz o trigo, obligó al animal a consumir 28% más de suero que aquellos alimentados con suero de queso y un subproducto de molinería con contenido bajo de fibra tales como la HA y MT o maíz. Durante la etapa de acabado el consumo fue similar en todos los cerdos bajo las diferentes combinaciones, observándose también un mayor consumo en los cerdos sometidos al régimen con SM, posiblemente debido a una mayor dilución de los principios nutricionales, dado su alto contenido de fibra.

Consumo de los Subproductos de Molinería (Tabla 6 b)

Los cerdos que se alimentaron en la etapa de crecimiento con suero de queso consumieron en promedio 1.1 kg/día del subproducto de molinería, y en el acabado, 1.5 kg/día, lo cual demostró que el suero de queso reemplazó en un 33% a las

dietas completas basadas en M + TS o M + TA, exceptuando la dieta basada en ST, con la cual se economizó el 52.4%, pero prolongó la duración de las etapas de crecimiento y acabado.

De acuerdo con estos resultados y dado que las combinaciones del suero de queso con el maíz, la HA o la MT dieron los mayores rendimientos, se puede decir que con 29.7 L de suero y 2.3 de cualesquiera de los subproductos mencionados es posible producir 1 kg de cerdo, resultados éstos que son similares a los presentados por Lerner y Nardiello (13), quienes afirman que con 27 L de suero y 2.75 kg de maíz se produce 1 kg de carne de cerdo.

Rendimiento Productivo del Suero de Queso en Cerdos en Acabado (43 a 92 kg)

Los resultados que se presentan en la Tabla 7 corresponden a la respuesta obtenida por cerdos en la etapa de acabado que no se alimentaron con suero de queso durante el período previo de crecimiento, que va desde el destete hasta los 43 kg de peso. Se aprecia que los cerdos que se alimentaron con los subproductos de alto contenido de fibra, tales como el salvado de maíz o de trigo, presentaron los más bajos aumentos diarios de peso; por consiguiente, demandaron más tiempo para lograr el peso del mercado e igualmente tuvieron las eficiencias de conversión alimenticia más pobres. En cambio, los cerdos que recibieron suero más un subproducto como la HA, la MT o el maíz registraron aumentos de peso

TABLA 6. Consumos diarios de suero de queso y subproductos de molinería por cerdo en las etapas de crecimiento y acabado.

Dieta	Sin suero de queso		Con suero de queso				
	Maíz T. soya	Maíz T. algodón	Maíz	Salvado maíz	Salvado trigo	Harina arroz	Mogolla trigo
a. Consumo de suero de queso fresco, litros (cerdo/día)							
Crecimiento	—	—	13,7	19,1	17,6	12,5	13,7
Acabado	—	—	21,7	23,4	19,3	19,7	20,7
Crecimiento - acabado	—	—	18,3	21,2	20,9	17,0	18,0
b. Consumo del subproducto de molinería, kg (cerdo/día)							
Crecimiento	1,6	1,9	1,0	1,2	0,7	1,3	1,3
Acabado	2,5	2,3	1,8	1,7	1,2	1,5	1,5
Crecimiento - acabado	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,4	1,4

* Seis (6) animales por dieta.

TABLA 7. Rendimientos zootécnicos de cerdos en acabado, alimentados con suero de queso y subproductos de molinería.

Rendimiento zootécnico	Sin suero de queso		Con suero de queso				
	Maíz T. soya	Maíz T. algodón	Maíz	Salvado maíz	Salvado trigo	Harina arroz	Mogolla trigo
	Cerdos en acabado*						
Duración del período (días)	71	71	71	91	84	71	71
Aumento de peso diario (g)	690x	700x	680x	500y	550x	640x	680x
Eficiencia de conversión alimenticia	3.9 a	4.0 a	3.9 a	5.7 b	4.5 b	4.1 a	4.2 a
	Consumos diarios por cerdo/día						
Suero fresco (L)	—	—	16.6	22.4	18.9	14.6	13.1
Subproducto (kg)	3.0	3.1	1.9	1.9	1.7	2.0	2.3

* Seis (6) cerdos por dieta. Peso inicial: 44.3 kg. Peso final: 92.0 kg.

a, b, x, y.: Valores con igual exponente en línea horizontal no difieren significativamente ($P < 0.05$).

diarios y conversión alimenticia iguales a los obtenidos con las dietas controles, lo cual permite confirmar los resultados hallados en la primera parte de este estudio. Debido a la falta de adaptación a la dieta líquida, los cerdos consumieron en promedio 6 L diarios menos de suero y 700 g más del subproducto de molinería, lo cual equivale, en términos de materia seca (MS = 90%), a un mayor consumo por cerdo/día, toda vez que el animal consumió 420 g menos de MS proveniente del suero, pero 630g más de MS proveniente del subproducto y que, en términos porcentuales, representa un ahorro de suero del 30.2% diarios por cerdo, a la vez que un incremento en el suministro de subproducto del 33.3%. Debido a este efecto, se podrían regular, en un momento dado, los consumos del suero y del alimento seco, de acuerdo con la disponibilidad de alimento en una explotación porcina, pues si se desea un máximo consumo de suero debe empezarse a suministrar el suero desde el destete.

CONCLUSIONES

- El suero de queso fresco se puede suplementar con subproductos como la harina de arroz, la mogolla de trigo o el maíz, para ser empleado en la alimentación de cerdos desde el destete hasta el peso del mercado, sin menoscabo de sus rendimientos zootécnicos.
- El suero de queso no se debe suplementar con subproductos de alto contenido de fibra,

tales como los salvados de maíz o de trigo.

- El consumo diario de suero de queso por cerdo, desde el destete hasta los 50 kg de peso es de 15 L y desde los 50 kg hasta el peso del mercado, fue de 21 L.
- El suero de queso fresco puede reemplazar hasta en un 33% a una dieta balanceada para cerdos en crecimiento-acabado.
- El consumo diario de subproductos como harina de arroz, mogolla de trigo o el maíz, cuando se suministraron con suero de queso, fue: para el período de crecimiento, 1.1 kg y para el acabado, 1.5 kg.

AGRADECIMIENTOS

A la fábrica de quesos Alpina, por el suministro del suero de queso y al Dr. Alvaro Iregui del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Bogotá, por la determinación de los contenidos de nutrientes del suero de queso empleado en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Alais, C.** 1971. Ciencias de la leche. Barcelona, Ed. Continental. p. 114-132.
2. **Baker, D.H.; Becker, D.E.; Notzold, H.** 1963. Factors associated with variations in the nutritive value of dried whey for the rat. J. Anim. Sci. 22:758-761.

3. **Brune, H.; Their, E.** 1967. Value of stored whey for fattening pigs and studies on material changes during storage. *Ztschirtierphysiol Tierernagh rung Futtermittelk* 2:167-182. (Abst. in *Nutrition and Reviews*, 37:278).
4. **Calefi, A.; Nizzola, I.** 1969. Feeding fattening pigs on whey *Suinicoltura*. 10(3-4):31-35.
5. **Dyer, J.A.; Krider, J.L.** 1949. Know and unidentified factors supplement a corn-soybean meal ration. *J. Anim. Sci.* 8:541.
6. **Esnaola, M.A.** 1971. Utilización del suero de queso industrial en la alimentación de cerdos de engorde. p. 67-69. *In: Producción porcina. Informe de investigación.* Instituto de Investigación Agropecuarias. Santiago, Chile.
7. **Galkin, A.V.** 1970. Rearing piglets on rations with protein of different biological value. *Zivotnovodstvo*. 3:82-84.
8. **Hanrahanm, T.J.** 1969. Logoon-stored whey in the diet of growing finishing pigs. *Irish. Agric. Research*. 8:271-277.
9. **Holmes, C.W.** 1970. Some thermal effects on the pigs of the ingestion of liquid feed at various temperatures. *Anim. Production*. 12:485-492.
10. **Huss, W.** 1975. Investigations on the damage to aminoacids of whey and whey powders during processing and storage. *Z. Tierphysiol Tierernaehr Futtermittelkd* 34(1):60-67 (Tomado del Abst. in *Biological*, 59:42773. 1975).
11. **Kunachowics, H.; Grabarek, Z.; Szkilldziowa, W.** 1975. Nutritive value of the protein of whey preparations. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 25(2):171-178. Abst. in *Nutrition*, 45(10):826.
12. **Lerner, J.T.** 1973. El suero de queso en la alimentación de cerdos en crecimiento-terminación. Pergamino, Argentina, Estación Experimental Agropecuaria. Informe Técnico No. 119. 10 p.
13. **Lerner J.T.; Nardiello, R.** 1964. El suero en la alimentación del ganado porcino. Pergamino, Argentina, Estación Experimental Agropecuaria. Informe Técnico No. 28. 12 p.
14. **McDowell, L.L.; Conrad, J.H.; Thomas, J.E.; Harris, L.E.** 1974. Tablas de composición de alimentos de America Latina. Universidad de Florida Gainesville, Florida. P. 8.
15. **Maunell, V.G.** 1970. Whey utilization in animal nutrition. University of Wisconsin. Agric. Exp. Sta. Bull. 470:35-50.
16. **Navratil, B.; Simecek, K.; Ulcek, A.** 1963. Use of fresh whey for fattening pigs. *Zivoc, Vgr.* 7:759-768. (Abst. in *Nutrition*, 33:884).
17. **Owtran, I.H.** 1961. Whey as a feed for pigs. *New Zealand J. Agric.* 102:343-350.
18. **Ruckemann, G.; Rummer, H.; Polhein, P.** 1974. The quality of dried whey *Landwirtschaftliche Forschung* 28 (II Sondehept) 64-70. (Abst. in *Nutrition*, 44:888).
19. **Schingoethe, D.J.; Rook, J.A.** 1976. Ration digestibility and mineral balance in lacting cows rations containing dried whey. *J. Dairy Sci.* 59(5):992-996.
20. **Schingoethe, D.J.** 1976 a. Whey utilization in animal feeding o summary and evaluation. *J. Dairy Sci.* 59(3):556-570.
21. **Sljivovacki, K.; Mictic, N.; Crnujacki, V.; Markicevic.** 1968. Value of limited amounts of fresh and sour whey in fattening pigs for pork. *Zhorn, Rad. Poljopriv. Fak.* 14, No. 420 p. 9. (Abst. in *Nutrition*, 38:105).
22. **Steel, R.G.; Torrie, J.H.** 1970. Principles and procedures of statistics. Edit. McGraw-Hill. Book Company. Inc. N.Y. 481 p.
23. **Thivend, P.** 1977. Empleo de suero en la alimentación de rumiantes. *Rev. Mundial de Zootecnia.* 23:20-24.
24. **Villarroel, J.** 1979. Utilización del suero de quesos en combinación con harina de arroz restringida para cerdos en crecimiento y acabado en pastoreo. Tesis M.S. Universidad Nacional. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá.