

Preferencia alimenticia y comportamiento zootécnico en lechones alimentados con dietas formuladas con diferentes tipos de suero de leche deshidratado

Dietary preference and performance of weanling pigs fed diets containing different types of dried whey

Tércia Cesária Reis de Souza^a, Gerardo Mariscal Landín^b

RESUMEN

Para verificar los efectos de incorporar diferentes tipos de suero de leche (SL) a las dietas de iniciación sobre la preferencia relativa (PR) y el comportamiento zootécnico en lechones, se realizaron tres experimentos. En dos de ellos se midió la PR por dietas ofrecidas en pares, en cuatro periodos: 0 a 3; 3 a 7; 7 a 10 y 10 a 14 días posdestete. En el primero los lechones prefirieron la dieta con 25% de SL en comparación con 20%. En el segundo se verificó si había PR por un tipo de SL (neutralizado (SLN), dulce (SLD) y ácido (SLA)) incorporado a la dieta. La dieta con SLN fue la preferida en todos los periodos cuando se ofreció la combinación SLA/SLN. Al combinarse las dietas SLA o SLN con SLD las diferencias no fueron significativas; en los periodos 3 y 4 la dieta SLA fue la de menor preferencia ($P < 0.001$). En el periodo total la PR fue por la dieta SLN seguida por SLD y SLA ($P < 0.001$). En la prueba de comportamiento en los lechones alimentados con dietas similares al experimento dos, la ganancia diaria de peso, el consumo de alimento y conversión alimenticia no variaron entre los tratamientos durante las tres primeras semanas. Los animales asignados a la dieta SLD consumieron más alimento en la semana 4 ($P < 0.001$). Se concluye que los lechones manifestaron su preferencia alimenticia, pero ésta no afectó el comportamiento zootécnico.

PALABRAS CLAVE: Suero de leche, Lechones destetados, Preferencia alimenticia relativa, Comportamiento zootécnico.

ABSTRACT

Three experiments were carried out to determine the effects of including different types of dried whey (DW) in starter diets on relative preference (RP) and performance in weanling pigs. RP was measured in two experiments in which diets were offered in pairs during four periods: P1 = 0-3; P2 = 3-7; P3 = 7-10 and P4 = 10-14 d post-weaning. Dried whey level was evaluated in the first experiment in which the animals preferred 25% over 20% DW in the diet. Relative preference for a specific type of DW (neutralized - NDW, sweet - SDW and acidic - ADW) was evaluated in the second experiment. The NDW diet was preferred in all periods when the ADW/NDW combination was offered. When ADW or NDW diets were combined with the SDW, diet differences were not significant. The ADW diet was the least preferred ($P < 0.001$) in P3 and P4. RP during the entire period was highest for NDW followed by SDW and ADW ($P < 0.001$). In the performance trial of weanling pigs fed diets similar to those in the second experiment daily weight gain, daily feed intake, and feed conversion rate did not vary during the first three weeks post-weaning. The animals fed the SDW diet had a higher feed intake in the fourth week ($P < 0.001$). The results indicate that the weanling pigs were able to demonstrate dietary preference, but that this had no effect on their performance.

KEY WORDS: Dried whey, Weaning pigs, Relative dietary preference, Performance.

INTRODUCCIÓN

La edad al destete ha sido disminuida dramáticamente en los últimos veinte años⁽¹⁾, constituyendo

INTRODUCTION

Weaning age has dramatically decreased over the last twenty years⁽¹⁾, making early weaning a

Recibido el 18 de agosto de 2003 y aceptado para su publicación el 20 de octubre de 2003.

a Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. 16 de Septiembre 63 Ote. Col. Centro, 76000 Querétaro, Qro, Mex. TéfFax: 01(442)214-11-05 Ext 119. tercia@uaq.mx. Correspondencia al primer autor.

b Centro Nacional de Investigación en Fisiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

el destete temprano una fase capital por los cambios de alimentación, teniendo como consecuencia una restricción pasajera pero severa del aporte energético alimenticio⁽²⁾, además de los efectos de un estrés intenso causado por factores ambientales, etológicos, inmunológicos y nutricionales⁽³⁾. Estos eventos exigen un mayor aporte de energía para los procesos de mantenimiento de los lechones⁽⁴⁾, lo cual obtendrán a partir de la movilización de sus reservas corporales⁽²⁾, explicando así la pérdida de peso observada en los primeros días después del destete^(5,6). El estrés de origen nutricional que acompaña al destete, podría ser atenuado por el uso de dietas de iniciación que sean adecuadas al aparato digestivo del lechón todavía inmaduro^(7,8). La utilización de proteínas de origen animal, como los subproductos lácteos de alta calidad, tiene un efecto positivo sobre el crecimiento de lechones destetados precozmente⁽⁹⁾; sin embargo, el bajo consumo de alimento en las primeras semanas posdestete es un problema que se debe corregir^(10,11), ya que un alto consumo de alimento lo más temprano posible después del destete, previene problemas de salud y estimula el desarrollo zootécnico del lechón destetado⁽¹²⁾.

La cantidad de alimento consumido voluntariamente por los lechones es variable y es afectada por varios factores⁽¹³⁾, dentro de los cuales el apetito, la aceptabilidad de los alimentos que son ofrecidos a los lechones y el modo como son tolerados y digeridos, son elementos determinantes en la estimulación del consumo precoz de los alimentos sólidos⁽¹⁴⁾. Otro aspecto importante en este proceso es el conocer la preferencia de los lechones por determinados ingredientes adicionados a las dietas⁽¹⁰⁾ y si hay un impacto en la cantidad de alimento consumido en la fase crítica de adaptación a las raciones sólidas.

El presente trabajo se realizó para conocer la aptitud de los lechones recién destetados para escoger las dietas de su preferencia, según el nivel y el tipo de suero de leche que cada una de ellas contenía, cuando éstas les fueron ofrecidas a libre elección. También se evaluó si el tipo de suero de leche afecta el comportamiento zootécnico de los animales en las cuatro primeras semanas posdestete.

significant phase because of changes in feeding. This causes a brief but severe restriction in feed energy contribution⁽²⁾, as well as intense stress from environmental, ethological, immunological and nutritional factors⁽³⁾. These events require greater energy input for maintenance processes in weanling pigs⁽⁴⁾. Bodily reserves⁽²⁾ provide this energy, which explains the weight loss seen during the initial days of weaning^(5,6).

Nutritional stress during weaning can be attenuated by using starter diets adequate for the still immature weanling pig digestive tract^(7,8). Use of animal proteins, such as high quality milk byproducts, has a positive effect on growth in early-weaned pigs⁽⁹⁾. However, the low feed intake in the first weeks after weaning needs solving^(10,11), since high feed intake as soon as possible after weaning prevents health problems and stimulates weanling pig performance⁽¹²⁾. The quantity of food voluntarily eaten by weanling pigs is variable and is affected by a number of factors⁽¹³⁾. Appetite, acceptance of the feed offered and how feed is tolerated and digested are determinant elements in stimulating early intake of solid feed⁽¹⁴⁾. Other important aspects of this process are understanding weanling pig preference for certain ingredients added to diets⁽¹⁰⁾, and if this impacts feed intake in the critical phase of adaptation to solid rations.

This study was aimed at understanding the ability of recently weaned pigs to choose preferred diets according to whey type and content when offered freely. Evaluation was also done of how whey type affects animal performance during the first four weeks post-weaning.

MATERIALS AND METHODS

Three experiments were carried out. The first was to determine preference for a level of whey included in the diet during the first two weeks post-weaning. The second experiment confirmed if the type of whey (sweet, acidic or neutralized) in the diet leads to a feed preference. The third experiment tested animal performance in terms of daily feed intake, daily weight gain and feed preference of weanling

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres experimentos. El primero para determinar la preferencia por un nivel (20 ó 25 %) de suero de leche dulce incorporado en la dieta durante las dos semanas posdestete. El segundo experimento para verificar si el tipo de suero de leche (dulce, ácido o neutralizado) presente en la dieta genera una preferencia alimenticia. El experimento tres fue una prueba de comportamiento zootécnico en donde se evaluó el consumo diario de alimento, la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia de los lechones alimentados con dietas complementadas con suero de leche, durante las cuatro primeras semanas posdestete.

Experimento 1

Se utilizaron 32 lechones Duroc x Landrace de ambos sexos, destetados a los 20 ± 1.2 días de edad, con un peso promedio de 5.9 ± 0.9 kg. Los lechones se agruparon de acuerdo a su peso inicial en cinco bloques (cuatro con seis y uno con ocho animales). Los lechones se distribuyeron en 10 corrales elevados provistos de un bebedero de chupón y de dos comederos de tres bocas cada uno, los cuales se colocaron en esquinas opuestas del corral. Se elaboraron dos dietas con diferentes niveles de suero de leche deshidratado dulce (20 ó 25 %) (Cuadro 1), las cuales se formularon para aportar los requerimientos nutricionales del NRC⁽¹⁵⁾, de acuerdo con el concepto de proteína ideal⁽¹⁶⁾.

El procedimiento experimental consistió en ofrecer a libre elección las dos dietas, colocadas éstas de manera simultánea en uno de los dos comederos. Se calculó la preferencia relativa (PR) de las dietas, la cual se expresó como porcentaje (consumo de una dieta en relación a la cantidad total de las dos dietas consumida durante un periodo fijo de tiempo)⁽¹⁰⁾. Para esto se midió la cantidad de alimento consumido en cada comedero del destete hasta los 14 días posdestete (dpd), en cuatro periodos distintos: P1= 0 a 3 dpd; P2= 3 a 7 dpd; P3= 7 a 10 dpd y P4= 10 a 14 dpd. Los comederos se cambiaron de posición a cada periodo, para evitar un consumo asociado con la localización del mismo. Los datos se analizaron según un diseño de

pigs fed the whey-containing diets during the first four weeks post-weaning.

Experiment 1

A total of 32 (Duroc x Landrace) weanling pigs of both sexes were used. They were weaned at 20 ± 1.2 days and had an average weight of 5.9 ± 0.9 kg. Based on initial weight the animals were grouped into five blocks (four blocks of six and one of eight). The weanling pigs were distributed in 10 raised pens each with a nipple drinker and

Cuadro 1. Composición centesimal y química de las dietas (Exp 1)

Table 1. Centesimal and chemical composition of diets (Exp 1)

	Whey percentage	
	20	25
Ingredients:		
Sorghum	46.54	42.09
Sweet whey	20.00	25.00
Soy paste	12.00	12.00
Soy protein concentrate	9.64	9.20
Dehydrated porcine plasma	4.00	4.00
Corn oil	4.00	4.00
Orthophosphate	1.30	1.20
Calcium carbonate	0.70	0.70
Zinc oxide	0.40	0.40
Sodium chloride	0.40	0.40
Vitamins ^a	0.40	0.40
Minerals ^b	0.10	0.10
Lysine-HCL	0.20	0.20
DL-Methionine	0.10	0.10
Treonine	0.01	0.00
Antibiotic	0.20	0.20
Antioxidant	0.01	0.01
Chemical composition ^c :		
Crude protein, %	21.0	21.0
Metabolizable energy, Mcal/kg	3.35	3.35
Lysine, %	1.4	1.4

a Vitamins per kilogram of diet: A (10,200 UI), D (1,980 UI), E (60 UI), choline (967 mg), niacin (36 mg), pantothenic acid (17 mg), riboflavin (7.2 mg), B₁₂ (38 µg), K (1.20 mg), thiamine (0.30 mg), pyridoxine (0.31 mg), biotin (0.08 mg), folic acid (0.75 mg).

b Minerals per kilogram of diet: Cu (14.4 mg), I (800 mg), Fe (105 mg), Mn (36 mg), Se (0.3 mg), Zn (144 mg).

c Calculated values.

bloques al azar, existiendo una observación (corral) por tratamiento, por bloque.

Experimento 2

Se utilizaron 60 lechones Duroc x Landrace de ambos sexos, destetados a los 17.8 ± 0.7 días de edad, con 5.9 ± 0.5 kg de peso. Los animales se agruparon de acuerdo a su peso inicial en cuatro bloques de 15 animales cada uno. Se conformaron, por bloque, tres corrales de cinco animales cada uno. Los corrales eran similares y estaban equipados como los del Exp 1. Se elaboraron tres dietas^(15,16) con distintos tipos de suero de leche deshidratado (ácido (SLA), dulce (SLD) y neutralizado (SLN)) (Cuadro 2, dietas de fase 1), a las cuales los lechones tuvieron libre acceso durante las dos primeras semanas posdestete. Cada una de ellas fue probada en par, en las tres combinaciones posibles, y cada combinación se designó al azar a un corral dentro de cada bloque. El procedimiento experimental, el cálculo de la preferencia alimenticia y los periodos de evaluación fueron similares a los descritos en el Exp 1. Los datos de los dos experimentos se analizaron según un diseño en bloques completos al azar.

En los dos experimentos, a los porcentajes de la preferencia relativa (PR) se les realizó la transformación arcoseno⁽¹⁷⁾. Para el análisis de varianza de valores transformados de PR, del consumo diario de alimento (CDA) y de la ganancia diaria de peso (GDP) se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS⁽¹⁸⁾. Las diferencias entre los promedios se analizaron con la prueba de Scheffe, las diferencias en el CDA y la PR entre dos dietas de cada combinación se evaluaron por la prueba de "t". Asimismo, en el Exp 2 se realizó la prueba de rango para clasificar el orden de preferencia de los sueros de leche, atribuyéndose la calificación más baja al de menor preferencia.⁽¹⁷⁾

Experimento 3

Se utilizaron 90 lechones híbridos (Landrace x Duroc) de ambos sexos, destetados a 17.6 ± 1.5 días de edad, con peso promedio al destete de 5.6 ± 0.4 kg. De acuerdo al peso al destete se

two feeders with three openings each, located in opposing corners of the pen. Two diets with different levels of dehydrated sweet whey (20 or 25 %) were prepared (Table 1), and formulated to provide the NRC nutritional requirements⁽¹⁵⁾ according to the ideal protein concept⁽¹⁶⁾.

Both diets were offered freely by simultaneously placing one in each feeder. Relative diet preference (RP) was calculated and expressed as a percentage (intake of one diet relative to the total quantity of both diets consumed during a fixed period)⁽¹⁰⁾. To determine this, the quantity of feed consumed in each weaning feeder during the first 14 d post-weaning (dpw) was measured during four periods: P1= 0 to 3 dpw; P2= 3 to 7 dpw; P3= 7 to 10 dpw and P4= 10 to 14 dpw. Feeder position was changed in each period to avoid intake associated with feeder location. Data were analyzed using a random block design with one observation (pen) per treatment per block.

Experiment 2

A total of 60 (Duroc x Landrace) weanling pigs of both sexes were used. They were weaned at 17.8 ± 0.7 d and had an average weight of 5.9 ± 0.5 kg. Based on initial weight the animals were grouped into four blocks of fifteen animals each. Three pens containing five animals each were arranged within each block. Each pen was similar to the others and equipped as described in Exp 1. Three diets were formulated, each with a different type of dehydrated whey (acidic - ADW; sweet - SDW; neutralized - NDW) (Table 2, Phase 1 diet), and were offered freely during the first two weeks post-weaning. Each diet was tested in a pair (e.g. ADW/SDW), using the three possible combinations, and each combination was randomly assigned to a pen within each block. Feed preference and evaluation periods were calculated as described in Exp 1. Data from the two experiments were analyzed using a random complete block design. Relative preference (RP) percentages in both experiments were calculated using the arcsine transformation⁽¹⁷⁾. The GLM procedure of the SAS statistical package⁽¹⁸⁾ was used for variance analysis

conformaron seis bloques de 15 animales cada uno con peso similar y se elaboraron tres dietas experimentales (Cuadro 2), asignándoles cinco lechones por jaula a cada tratamiento, existiendo una observación por tratamiento por bloque. Los tratamientos consistieron de dietas elaboradas con uno de los tres sueros de suero de leche utilizados (SLA, SLD y SLN) ofrecidas a libre acceso. La unidad experimental fue el corral. El experimento tuvo una duración de cuatro semanas, en las cuales se utilizaron las dietas de fase uno durante las dos primeras semanas posdestete y las de fase dos en las dos últimas semanas experimentales (Cuadro 2),

of the transformed RP, daily feed intake (DFI) and daily weight gain (DWG) values. Differences between averages were analyzed with a Scheffe test and differences in DFI and RP between the two diets in each combination were evaluated with a “t” test. In Exp 2 a range test was done to classify the order of preference for the wheys, with the lowest score being for the whey of least preference⁽¹⁷⁾.

Experiment 3

A total of 90 (Landrace x Duroc) hybrid weanling pigs of both sexes were used. They were weaned

Cuadro 2. Composición centesimal de las dietas (Exp 2 y 3)

Table 2. Centesimal composition of diets (Exp 2 and 3)

	Phase 1			Phase 2		
	ADW	SDW	NDW	ADW	SDW	NDW
Ingredients:						
Sorghum	41.6	43.5	42.7	51.7	52.6	52.2
Whey	25.0	25.0	25.0	12.5	12.5	12.5
Soy paste	12.0	12.0	12.0	20.0	20.0	20.0
Soy protein concentrate	10.0	8.1	8.9	8.5	7.6	8.0
Dehydrated porcine plasma	4.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
Corn oil	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Orthophosphate	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
Calcium carbonate	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
Zinc oxide	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
Sodium chloride	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Vitamins ^a	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Minerals ^b	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Lysine-HCL	0.0	0.0	0.0	0.09	0.09	0.09
DL-Methionine	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
Treonine	0.0	0.0	0.0	0.02	0.02	0.02
Antibiotic	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Antioxidant	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Chemical composition ^c :						
Crude protein, %	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
ME, Mcal/kg	3.36	3.39	3.38	3.36	3.38	3.37
Lysine, %	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4

ADW = acidic dry whey; SDW = sweet dry whey; NDW = neutralized dry whey; ME = metabolizable energy.

a Vitamins per kilogram of diet: A (10,200 UI), D (1,980 UI), E (60 UI), choline (967 mg), niacin (36 mg), pantothenic acid (17 mg), riboflavin (7.2 mg), B₁₂ (38 mcg), K (1.20 mg), thiamine (0.30 mg), pyridoxine (0.31 mg), biotin (0.08 mg), folic acid (0.75 mg).

b Minerals per kilogram of diet: Cu (14.4 mg), I (800 mg), Fe (105 mg), Mn (36 mg), Se (0.3 mg), Zn (144 mg).

c Calculated values.

esto para seguir el manejo adoptado de forma rutinaria en las granjas porcinas. El cambio de alimento entre las dos fases fue paulatino y se realizó en tres días. Los animales se trasladaron de la sala de destete a los corrales de crecimiento al final de la tercera semana. Los animales se alimentaron a libertad y se pesaron al final de cada semana experimental; el consumo de alimento se midió a través de la diferencia entre la cantidad ofrecida durante la semana y la cantidad rechazada al final de la misma. La GDP y la conversión alimenticia (CA) se calcularon para las semanas 1, 2, 3 y 4 postdestete.

RESULTADOS

Los resultados de la preferencia alimenticia por las dietas con diferentes niveles de suero de leche (Exp 1) son presentados en el Cuadro 3. Se observa que

Cuadro 3. Preferencia relativa y consumo diario de alimento, según el nivel de suero de leche de la dieta de iniciación para lechones (Exp 1)

Table 3. Relative preference (RP) and daily feed intake (DFI), according to whey level in starter diets for weanling pigs (Exp 1)

	Whey percentage		Probability	SEM
	20	25		
RP (%)				
P1	32.4 ^a	67.6 ^b	0.05	6.6
P2	33.8 ^a	66.2 ^b	0.05	5.7
P3	34.1 ^a	65.9 ^b	0.001	2.8
P4	29.6 ^a	70.4 ^b	0.001	4.9
DFI (g/d)				
P1	14	27	NS	4.2
P2	33 ^a	68 ^b	0.05	6.2
P3	77 ^a	158 ^b	0.001	8.8
P4	89 ^a	238 ^b	0.001	15.7

SEM = standard error of the mean.

P1= 0 to 3 d post-weaning (dpw); P2= 3 to 7 dpw; P3= 7 to 10 dpw; P4= 10 to 14 dpw.

NS = non significant.

^{ab} Values with different letters in the same row are significantly different.

at 17.6 ± 1.5 d and had an average weight of 5.6 ± 0.4 kg. Based on initial weaning weight three blocks of 15 animals of similar weight were formed. Three experimental diets were prepared (Table 2), and each assigned to five animals per pen per treatment with one observation per treatment per block. The treatments consisted of diets containing one of the three wheys (ADW, SDW, NDW), offered freely. Experimental unit was the pen. The experiment lasted four weeks during which phase one diets were used for the first two weeks post-weaning, and phase two diets for the third and fourth weeks post-weaning (Table 2). This was done in an effort to follow the feeding routine of pig farms. Change between the two phases was done slowly over a three-day period. The animals were transferred from the weaning area to growth pens at the end of the third week. Animals were fed freely and weighed at the end of each week of the experiment. Feed intake was measured by the difference between the feed quantity offered during the week and the quantity rejected at the end of the week. Daily weight gain (DWG) and feed conversion rate (FCR) were calculated for weeks 1, 2, 3, and 4 post-weaning.

RESULTS

Feed preference results for the diets with different levels of whey (Exp 1) are shown in Table 3. The diet with 25% whey was preferred by the weanlings during all the periods. The numerical difference in daily feed intake in P1 was not significant ($P > 0.05$), though the 25% diet was consumed more in the other periods ($P < 0.05$ for P2 and $P < 0.001$ for P3 and P4).

In Exp 2 (Table 4), the NDW in the ADW/NDW combination was preferred by the weanlings in all the experimental periods, as shown by greater intake of the NDW diet (Table 4). During the first days post-weaning (P1) the animals consumed 4.8 times more of the NDW diet than the ADW diet (57 vs 12 g/d, $P < 0.01$); in P2 it was 2.3 times more (150 vs 65 g/d, $P < 0.05$); in P3 it was 3.8 times more (240 vs 64 g/d,

Cuadro 4. Preferencia relativa y consumo diario de alimento por combinación de dietas (Exp 2)

Table 4. Relative preference (RP) and daily feed intake (DFI) per diet combination (Exp 2)

Combination	RP (%)	Significance	DFI (g/d)	Significance
Period 1 (0 to 3 dpw)				
ADW/SDW	64/36	NS	44/30	NS
ADW/NDW	17/83	$P<0.01$	12/57	$P<0.001$
SDW/NDW	48/52	NS	26/27	NS
Period 2 (3 to 7 dpw)				
ADW/SDW	47/53	NS	98/109	NS
ADW/NDW	31/69	$P<0.05$	65/150	$P<0.05$
SDW/NDW	49/51	NS	99/105	NS
Period 3 (7 to 10 dpw)				
ADW/SDW	38/62	NS	105/162	NS
ADW/NDW	22/78	$P<0.05$	64/240	$P<0.05$
SDW/NDW	49/51	NS	138/152	NS
Period 4 (10 to 14 dpw)				
ADW/SDW	38/62	NS	138/217	NS
ADW/NDW	22/78	$P=0.06$	79/283	$P=0.06$
SDW/NDW	52/48	NS	188/183	NS
Total period (0 to 14 dpw)				
ADW/SDW	47/53	NS	96/129	NS
ADW/NDW	23/77	$P<0.001$	55/182	$P<0.001$
SDW/NDW	50/50	NS	113/117	NS

ADW = acidic dry whey; SDW= sweet dry whey; NDW= neutralized dry whey.

dpw = days post-weaning.

NS = non significant.

la dieta con 25% de suero de leche fue preferida por los lechones, en todos los periodos estudiados. En P1, a pesar de la diferencia numérica en el consumo diario de alimento entre las dos dietas, ésta no fue significativa ($P>0.05$); sin embargo en los demás periodos la dieta con 25% de suero fue la más consumida ($P<0.05$ para P2 y $P<0.001$ para P3 y P4).

En el Cuadro 4 se presentan los resultados del Exp 2, donde se observa que en la combinación SLA/SLN, la dieta con suero de leche neutralizado (SLN) fue la preferida por los lechones en todos los periodos experimentales, con un mayor consumo de la dieta SLN. En los dos primeros días posdestete (P1) los lechones consumieron 4.8 veces más la dieta SLN que la SLA (57 vs 12 g/día, $P<0.01$); en P2 2.3 veces más (150 vs 65 g/día, $P<0.05$), en P3 3.8 veces más (240 vs 64 g/día, $P<0.05$)

$P<0.05$); and in P4 it was 3.6 times more (283 vs 79 g/d, $P=0.06$). In the combinations of the ADW and NDW diets with sweet whey (SDW) differences in preference were not significant. Feed intake increased notably in all treatments between P1 and P4: for the ADW/SDW combination it increased 4.8 times (74 to 355 g/d); for the ADW/NDW combination it increased 5.2 times (69 to 362 g/d); and for the SDW/NDW combination (the two preferred diets) it increased 7 times (53 to 371 g/d).

In the comparison of preference and daily feed intake averages (Table 5), the difference in RP was not significant between the three diets in P1, even though the animals apparently consumed more NDW diet. In P2 the NDW was preferred versus ADW, and SDW was intermediate. In P3 and P4 (7 to 14 d post-weaning) the ADW diet was the

y en P4 3.6 veces más (283 vs 79 g/día, $P=0.06$). En las combinaciones de las dietas SLA y SLN con la de suero dulce (SLD) las diferencias en la preferencia relativa no fueron significativas. En todos los tratamientos el consumo de alimento se incrementó de manera importante entre P1 y P4; para la combinación SLA/SLD fue de 4.8 veces (74 a 355 g/día); para SLA/SLN de 5.2 veces (69 a 362 g/día) y para SLD/SLN (las dos dietas preferidas) el aumento fue de siete veces (53 a 371 g/día).

En la comparación de los promedios de preferencia y consumo diario de alimento (Cuadro 5) se observa que en el periodo uno, a pesar de que los animales consumieron una cantidad aparentemente mayor de la dieta con SLN, la diferencia en la PR no fue significativa entre las tres dietas. En el periodo dos, la dieta SLN fue la preferida en relación a SLA, y SLD fue intermediaria. En los periodos tres y cuatro (7 a 14 días posdestete) la dieta con SLA fue la menos preferida ($P<0.001$). En el periodo total la PR fue por la dieta con SLN seguida por SLD y SLA ($P<0.001$). Para el consumo diario de alimento el comportamiento fue similar al de la PR. En la prueba de rango la clasificación fue de uno para el suero ácido, dos para el dulce y tres para el neutralizado.

No se observaron diferencias ($P>0.05$) en GDP, CDA y CA de los lechones que consumieron las tres dietas durante las tres primeras semanas posdestete (Cuadro 6). En la semana cuatro, los animales asignados a la dieta con suero de leche dulce consumieron más alimento ($P<0.001$) que los otros dos grupos de lechones, sin embargo la ganancia diaria de peso fue similar entre los tres tratamientos; como consecuencia, la conversión alimenticia de los animales del tratamiento SLD fue 0.5 puntos mayor ($P>0.05$).

DISCUSIÓN

El programa de alimentación en la fase posdestete debe contar con ingredientes de buena digestibilidad, de alta gustosidad y que promuevan la adaptación digestiva⁽¹⁹⁾. La gustosidad de los ingredientes de

Cuadro 5. Preferencia relativa y consumo diario de alimento de cada dieta experimental (Exp 2)

Table 5. Relative preference (RP) and daily feed intake (DFI) for each experimental diet by feeding period (Exp 2)

	Diets			Probability	SEM
	ADW	SDW	NDW		
RP (%)					
P1	41	42	67	NS	6.2
P2	39 ^a	51 ^{ab}	60 ^b	0.01	2.2
P3	30 ^a	56 ^b	65 ^b	0.01	3.5
P4	30 ^a	57 ^b	63 ^b	0.01	3.4
P Total	35 ^a	51 ^b	64 ^c	0.001	2.0
DFI (g/d)					
P1	28	28	42	NS	4.4
P2	82 ^a	104 ^{ab}	127 ^b	0.01	5.3
P3	84 ^a	150 ^{ab}	196 ^b	0.01	11.3
P4	109 ^a	202 ^b	233 ^b	0.01	14.0
P Total	76 ^a	121 ^{ab}	150 ^b	0.001	7.6

ADW = acidic dry whey; SDW = sweet dry whey; NDW = neutralized dry whey.

SEM = standard error of the mean.

P1 = 0 to 3 d post-weaning (dpw); P2 = 3 to 7 dpw; P3 = 7 to 10 dpw; P4 = 10 to 14 dpw.

NS = non significant.

ab Values with different letters in the same row are significantly different.

least preferred of the three ($P<0.001$). For the overall experimental period, RP was highest for the NDW, followed by the SDW and ADW diets ($P<0.001$). Daily feed intake behaved similarly to RP. In the classification range test the score of one was for the acid whey, two for the sweet whey and three for the neutralized whey.

No differences ($P>0.05$) were observed in DWG, DFI and FCR in the animals that consumed the three diets during the first three weeks post-weaning (Table 6). During the fourth week, however, the animals assigned the SDW diet consumed more feed ($P<0.001$) than the other two groups. Despite this, daily weight gain was similar in the three treatments. As a result of this higher intake, FCR for the animals fed the SDW treatment was 0.5 points higher ($P>0.05$).

la dieta puede ser un factor importante para estimular el consumo precoz de alimento sólido en la fase inicial de crianza^(10,14,20). El suero de leche seco es probablemente una de las principales fuentes de azúcares y proteínas para los cerdos en la fase inicial de su crianza⁽²¹⁾, confirmando a la dieta un buen sabor⁽²²⁾. Se han realizado pocos estudios sobre la preferencia de dietas complementadas con diferentes ingredientes; por lo tanto, los presentes resultados de preferencia alimenticia son interesantes, pues como ya había sido documentado^(10,23), los lechones recién destetados fueron capaces de distinguir y expresar su preferencia por dietas específicas, cuando éstas les fueron ofrecidas en pares.

Los diversos procesamientos que sufre la leche durante la fabricación de los productos lácteos, imprimen características diferentes a este ingrediente⁽⁹⁾; el nivel de sal utilizado en el proceso y el momento de adicionarlo al queso influye en el contenido de sal del suero⁽²⁴⁾, y por tanto en su sabor. Por lo anterior es necesario conocer el tipo de suero de leche que se adiciona a la ración y si los lechones aprecian de diferente manera los distintos tipos de suero.

En el Exp 1 se evidenció que los lechones prefieren dietas con una mayor concentración de suero de leche, pues ésta estimuló el consumo de alimento en las dos semanas críticas de adaptación de los lechones al medio ambiente nuevo y a su nueva forma de alimentación. El mayor consumo de esta dieta, fue alrededor de dos veces más en los primeros días posdestete y de 2.7 veces superior al final de la segunda semana posdestete. En una revisión, Maxwell y Carter⁽²⁵⁾ reportan que muchos estudios se realizaron para determinar el nivel óptimo de lactosa en la dieta de lechones recién destetados. En la mayor parte de estos trabajos se observan respuestas lineales a los niveles crecientes de lactosa, en la dieta provenientes de suero de leche⁽²⁶⁾ o de lactosa cristalina⁽²⁷⁾. Con base a los artículos citados, los autores⁽²⁵⁾ recomiendan que a las dietas de fase uno (iniciadoras) se les incluya de 15 a 25 % de lactosa para obtener un óptimo desarrollo. Seerley⁽²⁸⁾ menciona que comúnmente se utiliza de 10 a 30 %

Cuadro 6. Ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia en las cuatro semanas posdestete (Exp 3)

Table 6. Daily weight gain (DWG), daily feed intake (DFI) and feed conversion rate (FCR) during four week post-weaning experimental period (Exp 3)

Variables	Diets			SEM
	ADW	SDW	NDW	
Week 1				
DWG, g	65	58	52	3.6
DFI	82	80	83	3.6
FCR	1.26	1.38	1.60	0.12
Week 2				
DWG, g	149	146	147	5.9
DFI	127	131	129	5.3
FCR	0.85	0.90	0.88	0.05
Week 3				
DWG, g	277	275	301	13.1
DFI	240	246	229	3.0
FCR	0.87	0.89	0.76	0.04
Week 4				
DWG, g	364	339	357	15.3
DFI	690 ^b	800 ^a	663 ^b	12.8
FCR	1.90	2.36	1.86	0.04

ADW = acidic dry whey; SDW = sweet dry whey; NDW = neutralized dry whey.

SEM = standard error of the mean.

^{ab} Values with different letters are significantly different ($P < 0.01$).

DISCUSSION

Weaning phase feeding programs should include easily digestible, flavorful ingredients that promote digestive adaptation⁽¹⁹⁾. Diet ingredient flavor can be an important factor in stimulating early solid food intake in the initial growth stage^(10,14,20). Dry whey is one of the main sugar and protein sources for pigs in the initial growth phase⁽²¹⁾ and gives the diet good flavor⁽²²⁾. Few studies have been done on preference for diets complemented with different ingredients. In view of this the present feed preference results are interesting because the recently weaned pigs were shown to be able to distinguish between and express a preference for different diets when offered in pairs, as has been reported previously^(10,23).

de suero de leche en las dietas de fase uno; sin embargo se pueden utilizar de 30 a 45 % sin causar efectos adversos a los animales. En el presente trabajo las dietas del Exp 1 aportaron un 14 y 17.5 % de lactosa a partir de 20 y 25 % de suero de leche, o sea dentro de las recomendaciones mencionadas; el mayor consumo y preferencia fue por el nivel más alto, en acuerdo con la literatura.

Los resultados del Exp 2 no confirman la hipótesis de que los lechones tienen una preferencia innata por sabores dulces⁽²⁰⁾, una vez que no hubo diferencias entre las dietas cuando se comparó la dieta con suero de leche dulce (SLD) con la de suero de leche neutralizado (SLN) o la de suero de leche ácido (SLA). La selección entre dos dietas o la preferencia alimenticia por una dieta específica fue evidente cuando a los lechones se les presentaron dos dietas con sabores extremos como el SLN y SLA; lo que sugiere que los animales prefirieron la dieta SLN o la consumieron para contrarrestar el sabor de la dieta con SLA. Sin embargo, en la literatura no se encontraron evidencias de preferencia o aversión por los sabores ácidos o neutralizados, lo que no permite discutir sobre el componente químico presente en estos sueros, que posibilita a los lechones diferenciarlos y dar preferencia al SLN; se pudo constatar que éste es ligeramente más salado que el ácido, sin embargo es difícil considerar este hecho como el que explica la respuesta al SLN, pues se considera que el cerdo tiene una ligera aversión por soluciones salinas⁽²⁰⁾. La preferencia alimenticia no es una respuesta “todo o nada” en el consumo de las dietas, pues una cierta cantidad del alimento “menos preferido” también es consumida⁽²²⁾.

Se pudo observar que el aumento en el CDA fue de mayor proporción cuando el SLN fue una de las dietas consumidas, lo que indicaría que la presencia del suero neutralizado estimularía un mayor consumo de alimento en la fase crítica postdestete; sin embargo en el Exp 3, el CDA fue similar entre los grupos de lechones que consumieron las tres dietas con los tres tipos de suero de leche. Esto corrobora otras observaciones^(22,29) en donde se menciona que los lechones consumen más la dieta

The different processes to which milk is submitted during milk product manufacture impart different characteristics to the resulting whey⁽⁹⁾. For example, the amount of salt used, or the moment at which cheese is added, influence whey salt content⁽²⁴⁾ and flavor. This is why it is important to know what type of whey is added to the feed and if the weanling pigs sense the different whey types in different ways.

The weanling pigs showed a preference for diets with a higher whey concentration, which stimulated feed intake in the critical first two weeks of adaptation to their new environment and new feeding regime. Intake of this diet was about two times higher in the first days of post-weaning and 2.7 times higher at the end of the second week post-weaning. In a review, Maxwell and Carter⁽²⁵⁾ report that many studies have been done to determine optimum lactose levels in diets for recently weaned pigs. Most of these studies report a linear response to increasing lactose levels in the diet, be it from whey⁽²⁶⁾ or crystalline lactose⁽²⁷⁾. Based on these articles the authors⁽²⁵⁾ recommend that phase one (starter) diets include from 15 to 25% lactose for optimum development. Seerley⁽²⁸⁾ mentions that from 10 to 30% whey is commonly used in phase one diets, though from 35 to 40% can be used without causing adverse effects in the animals. The Exp 1 diets in the present study provided 14% lactose with the 20% whey content and 17.5% lactose with the 25% whey content, which are within the recommended levels. As reported in the literature, highest intake and preference was observed with the diets containing the highest lactose/whey levels.

The Exp 2 results did not confirm the hypothesis that weanling pigs have an innate preference for sweet flavors⁽²⁰⁾. No differences in preference occurred between diets when the sweet whey (SDW) diet was compared with the neutral whey (NDW) or acidic whey (ADW) diets. Selection between two diets, or preference for a specific diet was clear when the weanling pigs were provided two diets with extreme flavors, such as NDW and

preferida cuando tienen la posibilidad de elección entre dos dietas; por otro lado, si no existe posibilidad de elegir, el consumo entre las dos dietas es similar.

A pesar de la preferencia por los sueros neutralizados y dulces expresada en el Exp 2, en el tercer experimento el comportamiento zootécnico fue similar. El consumo promedio en las dos primeras semanas posdestete fue mayor en la prueba de preferencia que en la de comportamiento, siendo en promedio 137 y 328 vs 82 y 129 g/día para la semana uno y dos de los Exp 2 y 3, respectivamente. Probablemente en el Exp 2, la presencia de dos comederos en el corral con dos alimentos diferentes, o bien el manejo más intensivo por la alta periodicidad en que se medía el consumo, con cambios en la posición de los comederos, fue un estímulo adicional para el consumo de los alimentos, como lo observaron Salgado *et al.*⁽³⁰⁾.

El cambio de alimento de fase 1 a fase 2, en donde se redujo la cantidad de suero de leche en las dietas, no afectó los parámetros productivos estudiados; sin embargo, después del traslado a las instalaciones de crecimiento (Exp 3), los lechones mostraron un apetito muy pronunciado, y la cantidad de alimento ofrecida fue excesiva, siendo que los que consumían la dieta con suero de leche dulce ingirieron en promedio 124 g de alimento más que los lechones de los otros dos tratamientos. Como consecuencia de esta alta ingestión de alimento, al final de la cuarta semana algunos animales presentaron las heces pastosas, indicando una tendencia a una diarrea mecánica.

En la comparación de los resultados de la prueba de comportamiento con la literatura disponible, se observa que la GDP en este experimento fue similar a los resultados de Elmer *et al.*⁽²²⁾ e inferior a los valores reportados por otros autores^(31,32,33) sin embargo se observó una conversión alimenticia similar⁽³¹⁾ o mejor^(32,33) que la presentada por estos autores, y el consumo de alimento también fue inferior a lo indicado por estos autores. Todo esto sugiere que los lechones con los cuales se realizó el experimento tenían una baja capacidad de consumo de alimento, pero una conversión

ADW. This suggests that they preferred the NDW diet or ate it to counteract the flavor of the ADW diet. There are no reports in the literature, however, of proof for preferences or aversions to acidic or neutralized flavors, which prevents any discussion of these wheys' chemical component. This leads to the possibility that the weanling pigs differentiated between them and preferred the NDW. It was confirmed that this diet is slightly saltier than the acidic diet, though this does not explain the response to the NDW as pigs are thought to have a slight aversion to saline solutions⁽²⁰⁾. Also, feed preference is not an "all or nothing" response in diet intake as a certain quantity of "less preferred" feed is also consumed⁽²²⁾.

The increase in daily feed intake (DFI) was proportionally greater when NDW was one of the diets in the pair, indicating that neutralized whey may stimulate greater feed intake during this critical weaning stage. In Exp 3, however, DFI was similar between the groups that ate the three diets with the three whey types. This corroborates other observations^(22,29) that mention that weanling pigs consume more of the preferred diet when they have the possibility of choosing between two diets. If this possibility is not present, in contrast, intake is similar for the two diets.

Though preference for neutralized and sweet wheys was expressed in Exp 2, performance was similar for all three diets in Exp 3. Average feed intake during the first two weeks post-weaning was higher in the preference test than in the performance test, with an average of 137 g/d (Exp 2) vs 82 g/d (Exp 3) in week one and 328 g/d (Exp 2) vs 129 g/d (Exp 3) in week two. This may have resulted from the additional stimulus for feed intake⁽³⁰⁾ in Exp 2 provided by the presence of two feeders with different feed in the pen or more intensive handling from frequent intake measurement.

The change from phase 1 to phase 2 feed, with a corresponding reduction in the quantity of whey in the diets, did not affect the studied productive parameters. After being moved to the growth facilities (Exp 3), however, the weanling pigs

alimenticia adecuada. A la misma conclusión se puede llegar al comparar con los valores encontrados en experimentos realizados con animales del mismo hato porcino^(23,34,35), donde se observó un mayor consumo diario de alimento acompañado de una peor conversión alimenticia. En la comparación de resultados es importante tomar en cuenta todos los factores que interfieren en los experimentos, sobre todo las características del suero de leche utilizado⁽⁹⁾.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Se concluye que, los lechones fueron capaces de expresar su preferencia por la dieta que contenía el nivel más alto de suero de leche (25 %), y un tipo específico de suero de leche cuando tuvieron acceso simultáneo a dos dietas, siendo éste el suero neutralizado en relación al ácido. Sin embargo, en la prueba de comportamiento, cuando cada grupo de lechones ingirió una sola dieta con un tipo de suero de leche, la preferencia por la dieta con suero de leche neutralizado, no se tradujo en un mayor consumo de esta dieta en la fase uno de la prueba de comportamiento. Por lo tanto, a pesar de que los lechones manifestaron su preferencia alimenticia, ésta no afectó el comportamiento zootécnico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT - Sistema Regional Miguel Hidalgo (SIHGO) por el financiamiento otorgado para la realización del presente trabajo y a la empresa ALGOFE-Nutrición Total, por el suministro de los sueros de leche.

LITERATURA CITADA

1. Touchette KJ, Carroll JA, Allee GL, Matteri RL, Dyer CJ, Beausang LA, Zannelli ME. Effect of spray-dried plasma and lipopolysaccharide exposure on weaned pigs: I. Effects on the immune axis of weaned pigs. *J Anim Sci* 2002;80:494-501.
2. Le Dividich J, Herpin P. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets. A review. *Livest Prod Sci* 1994;38:79-90.

exhibited a pronounced appetite and the quantity of feed offered was excessive. In fact, the pigs offered the SDW diet consumed an average of 124 g of feed more than the pigs offered the other two diets. Because this feed is highly digestible some animals had soft feces at the end of week four, indicating a tendency to mechanical diarrhea.

In comparing the performance results with available reported data, DWG in this experiment was similar to the results of Elmer *et al.*⁽²²⁾, but lower than other reported values^(31,32,33). Feed intake was also lower than reported in these studies, though feed conversion was similar⁽³¹⁾ to, or better^(32,33) than, that indicated by these authors. This suggests that the animals used in the present experiment had a low feed intake capacity but an adequate feed conversion. The same conclusion can be reached by comparing the values produced in experiments done with pigs from the same herd^(23,34,35) in which higher feed intake is accompanied by lower feed conversion. In comparing results, all the factors interfering in the experiments should be taken into account, especially the characteristics of the whey types used⁽⁹⁾.

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

The weanling pigs were able to express preference for the diet with the highest whey content (25%), and for neutralized whey over acidic whey when given simultaneous access to two diets. In the performance test, however, when each group of pigs consumed a single diet with one whey type, preference for the neutralized whey diet did not translate into higher feed intake during phase one of the test. Thus, though the weanling pigs exhibited feed preference, this did not affect performance.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to the CONACYT - Sistema Regional Miguel Hidalgo (SIHGO) for financing this study

3. Zijlstra RT, Whang KY, Easter RA, Odle J. Effect of feeding a milk replacer to early-weaned pigs on growth, body composition, and small intestinal morphology, compared with suckled littermates. *J Anim Sci* 1996;74:2948-2959.
4. Bruininx EMAM, Heetkamp MJW, van den Bogaart D, van der Peet-Schwering CMC, Beynem AC, Everts H, den Hartog LA, Schrama JW. A prolonged photoperiod improves feed intake and energy metabolism of weanling pigs. *J Anim Sci* 2002;80:1736-1745.
5. Fraser D, Feddes JJR, Pajor EA. The relationship between creep feeding behavior of piglets and adaptation to weaning: Effect of diet quality. *Can J Anim Sci* 1994;74:1-6.
6. Steidinger MU, Goodband RD, Tokach MD, Nelssen JL, Dritz SS, Borg BS, Campbell JM. Effects of providing a water-soluble globulin in drinking water and diet complexity on growth performance of weanling pigs. *J Anim Sci* 2002;80:3065-3072.
7. Partridge G. The weaner pig - enzyme and biotechnology for the future. In: Varley MA, Wiseman J editors. *The weaner pig: nutrition and management*. New York: CABI Publishing, 2001:123-152.
8. Cranwell PD. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: Varley MA editor. *The neonatal pig: development and survival*. New York: CABI Publishing, 1995:99-154.
9. Kornegay ET, Rhein-Welker D, Lindemann MD, Wood CM. Performance and nutrient digestibility in weaning pigs as influenced by yeast culture additions to starter diets containing dried whey or one of two fiber sources. *J Anim Sci* 1995;73:1381-1389.
10. Bruneau CD, Chavez ER. Dietary preferences for cereals of nursing and weaned piglets. *Livest Prod Sci* 1995;41:225-231.
11. Whittemore CT, Green DM. Growth of the young weaned pig. In: Varley MA, Wiseman J, editors. *The weaner pig: nutrition and management*. New York: CABI Publishing, 2001:1-15.
12. Bruininx EMAM, Binnendijk GP, van der Peet-Schwering CMC, Schrama JW, den Hartog LA, Everts H, Beynem AC. Effect of creep consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs. *J Anim Sci* 2002;80:1413-1418.
13. Albin DM, Wubben MR, Smiricky MR, Gabert VM. The effects of feed intake on ileal rate of passage and apparent amino acid digestibility determined with or without correction factors in pigs. *J Anim Sci* 2001;79:1250-1258.
14. Sève B. *Élevage et sevrage des porcelets*. In: Perez JM, Mornet P, Rerat A editors. *Le Porc et son élevage, bases scientifiques et techniques*. Paris: Editorial Maloine. 1986:403-430 .
15. NRC. National Research Council. *The nutrient requirements of swine*. 10th ed. Washington, DC, National Academy Press; 1998.
16. Baker DH. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. *Fermex Technical Review* 1997;2:1-24.
17. Steel RGD, Torrie JH. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach*. 2nd ed. New York, US: McGraw-Hill Book Co.; 1985.
18. SAS. *User's Guide: Statistics*. SAS. Inst. Inc. Cary, NC; 1988.
19. Reis de Souza TC, Mariscal-Landín G. El destete, la función and to ALGOFE - Nutrición Total for supplying the wheys.

End of english version

-
- digestiva y la digestibilidad de los alimentos en cerdos jóvenes. *Téc Pecu Méx* 1997;35(3):145-159.
 20. Hout KA, Hout TR. Appetite and feeding behavior. In: Miller ER, Ullrey DE, Lewis AJ editors. *Swine nutrition*. Boston: Butterworth-Heinemann; 1991:361-371.
 21. Chiba LI. Protein supplements. In: Lewis AJ, Southern LL editors. *Swine nutrition*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 2000:803-837.
 22. Elmer PM, Miller PS, Austin JL. Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *J Anim Sci* 1994;72:1548-1554.
 23. Reis de Souza TC, Muñoz, EH, Mariscal GL. Fuente y nivel de lactosa en dietas posdestete y el desarrollo productivo de lechones [resumen]. *Memorias del IX congreso nacional AMENA*. Ixtapa Zihuatanejo, Gro. 1999:7.
 24. Leibbrandt VD, Benevenga NJ. Utilization of liquid whey in feeding swine. In: Miller ER, Ullrey DE, Lewis AJ editors. *Swine nutrition*. Boston: Butterworth-Heinemann; 1991:559-571.
 25. Maxwell CV Jr, Carter SD. Feeding the weaned pig. In: Lewis AJ, Southern LL editors. *Swine nutrition*. 2nd ed. Boca Raton, USA: CRC Press; 2000:691-715.
 26. Crow SD, Touchette KJ, Allee GL, Newcomb MD. Late nursery pigs respond to lactose (day 7-21 post weaning) [abstract]. *J Anim Sci* 1995;73(Suppl 1):71.
 27. Owen KQ, Neelsen JL, Tokach MD, Goodband RD, Dritz SS, Kats LJ. The effect of increasing level of lactose in a porcine plasma-based diet for the early weaned pigs [abstract]. *J Anim Sci* 1993;71 (Suppl 1):175.
 28. Seerley RW. Major feedstuffs used in swine diets. In: Miller ER, Ullrey DE, Lewis AJ editors. *Swine nutrition*. Boston: Butterworth-Heinemann; 1991:451-495.
 29. Cline TR. Feeding pigs weaned at three to four weeks of age. In: Miller ER, Ullrey DE, Lewis AJ editors. *Swine nutrition*. Boston: Butterworth-Heinemann; 1991:497-516.
 30. Salgado AS, Herrera HG, Borbolla AG. Efecto del manejo de comederos y alimento sobre la ganancia de peso en lechones destetados precozmente. *Memorias del XXXVII congreso nacional AMVEC* [resumen]. Puerto Vallarta, Jal. 2002:69-70.
 31. Tokach MD, Nelssen JL, Allee GL. Effect of protein and (or) carbohydrate fractions of dried whey on performance and nutrients digestibility of early weaned pigs. *J Anim Sci* 1989;67:1307-1312.
 32. Mahan DC. Efficacy of dried whey and its lactoalbumin and lactose components at two dietary lysine levels in postweaning pig performance and nitrogen balance. *J Anim Sci* 1992;70:2182-2187.
 33. Mahan DC, Newton EA, Cera KR. Effect of supplemental

- sodium chloride, sodium phosphate, or hydrochloric acid in starter pig diets containing dried whey. *J Anim Sci* 1996;74:2117-2122.
34. Aguilera MAB. Utilización de diferentes fuentes de proteína en la alimentación de lechones al destete [tesis maestría]. México, DF: Universidad Autónoma de México; 2001.
35. Reis de Souza TC, Mariscal GL, Uribe LL. Efecto de la fuente de grasa en el comportamiento zootécnico y la digestibilidad total e ileal de los nutrimentos en lechones destetados. *Téc Pecu Méx* 2001;39(3):193-206.