

Evaluación de tres niveles de suero de leche adicionados a la ración alimenticia de cerdos de la línea topigs c-40 en la fase de desarrollo y engorde

Evaluation of 3 levels of milk whey added to pigs line topigs c-40 diet in development and fattening phase

Rodolfo Daniel Aguilar Quijada¹; Hugo Francisco Aníbal Bolaños Bonilla¹; Juan Antonio Sánchez Campos¹; David Ernesto Marín Hernández²; Enrique Alonso Alas García²

- 1 Tesista del Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador
- 2 Docente Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador



ACCESO ABIERTO

REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509
Enero-junio 2025
Año IX, Número 27
pp. 23-29

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i27.20683>

Correspondencia:
david.marin@ues.edu.sv

Presentado:
16 de mayo de 2025

Aceptado:
16 de junio de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Caserío Los Cerritos, Cantón Veracruz, Ciudad Arce, El Salvador entre septiembre a diciembre del 2015, con el objetivo de evaluar el uso de suero de leche en la dieta de cerdos de la línea Topigs C-40. Se utilizaron 24 cerdos (12 machos y 12 hembras), con edad de 10 semanas y 35 kg de peso promedio, se consideraron dos fases: desarrollo (semanas 11 a 18) y 2) engorde (semana 19 a 24). Las dietas se formularon para con igual composición nutricional para cumplir con los requerimientos de la línea topigs c-40. La dieta testigo (T1) fue formulada a base de maíz, soya afrecho, grasa y un núcleo. Esta se comparó con tres tratamientos consistentes en niveles crecientes de suero en desarrollo (T2= 4L, T3= 7L, T4= 12L) y en engorde (T2= 6L, T3= 10L, T4= 14L) respectivamente, reduciendo en todos los casos el equivalente de suero añanido (base seca) al concentrado. Los cerdos fueron pesados semanalmente para calcular la ganancia de peso y la conversión alimenticia, las cuales fueron consideradas variables en estudio. Los datos se analizaron por medio de un modelo general lineal considerando las diferencias significativas a una probabilidad de 95 % ($P<0.05$). Se realizó una comparación económica por medio de presupuestos parciales. Se encontró diferencias significativas en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia en la fase de desarrollo, pero no en la fase de engorde. Los tratamientos generaron diferencias en el peso vivo y la ganancia de peso, pero no afectaron la conversión alimenticia. El tratamiento T2 mostró mejores resultados en desempeño productivo, mientras que el T3 generó el mayor beneficio económico, sin embargo, los resultados del T4 fueron inferiores productivamente pero económicamente supero a la dieta testigo. Se concluye que el uso de suero de leche líquido puede incorporarse en la dieta para cerdos Topigs C-40 como ingrediente alternativo, siempre que

se mantengan condiciones similares a las de este estudio.

Palabras claves: Alimentación alternativa, porcicultura, ganancia de peso, conversión alimenticia.

ABSTRACT

The present study was carried out in Los Cerritos, Canton Veracruz, Ciudad Arce, El Salvador, from September to December 2015, with the objective of evaluating the use of whey in the diet of pigs of the Topigs C-40 line. Twenty-four pigs (12 males and 12 females), aged 10 weeks and 35 kg average weight were used, two phases were considered: development (weeks 11 to 18) and 2) fattening (week 19 to 24). The diets were formulated with the same nutritional composition to meet the requirements of the topigs c-40 line. The control diet (T1) was formulated with corn, soybean bran, fat and a nucleus. This was compared with three treatments consisting of increasing levels of whey in development (T2= 4L, T3= 7L, T4= 12L) and fattening (T2= 6L, T3= 10L, T4= 14L) respectively, reducing in all cases the equivalent of whey added (dry basis) to the concentrate. Pigs were weighed weekly to calculate weight gain and feed conversion, which were considered variables under study. The data were analyzed by means of a general linear model considering the differences significant at a probability of 95 % ($P<0.05$). An economic comparison was made by means of partial budgets. Significant differences were found in the variables weight gain and feed conversion in the development phase, but not in the fattening phase. The treatments generated differences in live weight and weight gain, but did not affect feed conversion. The T2 treatment showed better results in productive performance, while T3 generated the greatest economic benefit; however,

the results of T4 were lower productively but economically superior to the control diet. It is concluded that the use of liquid whey can be incorporated into the Topigs C-40 pig diet as an alternative ingredient, provided that similar conditions are maintained as in this study.

Keywords: Alternative alimentation, pig farmers, weight gain, food conversion.

INTRODUCCIÓN

Los elevados costos de las materias primas para la producción de concentrados en la alimentación de cerdos de engorde han provocado que pequeños y medianos productores busquen alternativas de alimentación como sub productos de la agroindustria e industria alimenticia, a pesar de su limitado conocimiento técnico sobre el manejo adecuado, valor nutricional y volumen de adición necesarios en la dieta alimenticia de los cerdos. Uno de los principales subproductos de la industria quesera utilizados en el departamento de La Libertad, El Salvador, es el suero líquido de leche, el cual es un derivado del procesamiento de la leche en la elaboración de queso y que se ha posicionado como una fuente de alimentación sustentable de bajo costo, fácil de adquirir y de alto valor nutricional (ASPORC 2014).

Los sueros lácteos constituyen una fuente nutricional dual por su contenido en proteínas de alto valor biológico (lactoalbúminas, lactoglobulinas y lactosa), además de aportar una importante fuente energética. La lactosa, favorece la acidificación gástrica y el mantenimiento de la flora láctica intestinal, mejorando además la solubilidad y digestibilidad de la proteína, así como del calcio (Mahan 1993).

El suero de leche contiene aproximadamente 70 % de lactosa, de 10 a 12 % de proteína, de 1 a 1.2 % de lisina, 0.90 % de calcio y 1.10 % de fósforo. En contenido de energía digestible varía de 3.1 a 3.2 Mcal/kg (Campabadal 2009).

El suministro de una fuente alternativa de alimentación como el suero lácteo contribuye a la disminución de los costos de producción, ya que representa un aporte constante de nutrientes de fácil de adquisición, aportando nutrientes esenciales a la dieta normal del cerdo en fase de desarrollo y engorde sin sustituir la alimentación con concentrado. Tal es el caso del suero lácteo que contiene un poco más del 12 % de las proteínas de la leche, para valores aproximados del 12 % de la materia grasa y del 70 % de lactosa (CNPML 2003).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el factor sexo (macho/hembra) y la adición de suero lácteo en las dietas de cerdos Topigs C-40 en las fases de desarrollo (semana 11 a 18 post-destete) y engorde (semana 19 a 24) sobre las variables peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de estudio

La investigación fue realizada en el Caserío Los Cerritos, Cantón Veracruz, Ciudad Arce, departamento de La Libertad, El Salvador. La fase de campo se desarrolló del 13 de septiembre al 27 de diciembre del 2015, con una duración total de quince semanas, una semana de adaptación a la nueva dieta y catorce semanas de aplicación de las dietas experimentales de la investigación.

Para el desarrollo del estudio se utilizaron 24 cerdos Topigs C-40, 12

machos y 12 hembras, con edad inicial de 10 semanas con un peso promedio de 35 kg. Los cerdos tuvieron una semana de adaptación y luego se consideró las fases de desarrollo (11 a 18 semanas de vida) y engorde (19 a 24 semanas de vida).

Metodología de Campo

Manejo alimenticio y diseño experimental

Los cerdos tuvieron una semana de adaptación, en esta fase se alimentaron con una Ración balanceada formulada según requerimientos nutricionales para su edad. En la fase de desarrollo se ofreció un 16% de proteína; posteriormente en la fase de engorde fue 15 % de proteína. El agua era suministrada a libre consumo.

Los tratamientos consistieron en diferentes niveles de suero dulce de queso ofrecido de forma líquida, lo cual sustituyó una parte del concentrado (Cuadro 1).

El alimento fue proporcionado diariamente en dos raciones, la primera ración a las 7:00 am y la segunda ración a las 3:00 pm. Para el tratamiento T1 se aplicó 50 % de su ración por la mañana y el mismo porcentaje por la tarde; para los tratamientos T2, T3 y T4 se proporcionó 50 % de concentrado y 50 % de suero lácteo por la mañana y por la tarde 50 % de una ración semilíquida formada por una mezcla de concentrado y suero lácteo.

El suero lácteo dulce fue recolectado diariamente en la planta procesadora de lácteos, se trasladó a la granja en recipientes plásticos de 200 L, previamente higienizados, antes de las horas para su uso (6:00 a. m. y 2:00 p. m.) con el propósito de mantener sus propiedades físico químicas y así evitar el proceso de descomposición.

Se registró el peso semanalmente (domingos, 10:00 a. m.) con báscula de piso de capacidad de 227kg. mientras duró el ensayo, acompañado de un examen clínico físico del animal para observar posibles problemas de salud (problemas de piel, pesuñas y diarreas). Posteriormente, se realizó la limpieza por cada uno de los corrales utilizando mangueras a presión para la remoción completa de los desechos de los animales. Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación, documentándose un registro semanal de peso por bloque.

Metodología de Laboratorio

Para realizar el cálculo de raciones se utilizó el software de balanceo de raciones Brill ® de la Universidad de Kansas 1987(Cargill inc). Las dietas fueron formuladas para contener la misma composición nutricional de acuerdo a los requerimientos de las fases en estudio (Cuadro 2).

Las formulas de concentrado para las fases de desarrollo y engorde se presentan en los Cuadros 3 y 4. Las cantidades de suero lácteo indicadas corresponden a la suposición de que el suero de queso ofrecido tiene 4.5

Cuadro 1

Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Fase de desarrollo.			Fase de engorde.		
	Proteína (%)	Concentrado (kg/día/cerdo)	Suero (l/día/cerdo)	Proteína (%)	Concentrado (kg/día/cerdo)	Suero (l/día/cerdo)
T1	16	2.18	0	15	3.43	0
T2		1.95	4		3.06	6
T3		1.8	7		2.68	10
T4		1.65	12		2.30	14

% de sólidos. Las dietas fueron formuladas para tener una composición nutricional equivalente, basada en los requerimientos de la línea Topigs C-40 (Topigs s.f.).

Metodología Estadística

Variables en estudio

Peso vivo (kg)

Los pesos vivos se registraron semanalmente y se representaron gráficamente. Al final de cada fase, se realizaron comparaciones en las semanas 18 y 24 de edad.

Ganancia diaria de peso durante las fases de desarrollo y engorde (g/día)

Se estimó restando el peso inicial al peso al final de la fase y dividiéndola entre el número de días del período.

Conversión alimenticia durante las fases de desarrollo y engorde

Estimada por la división de la ganancia de peso durante el periodo entre el consumo acumulado de alimento.

Los datos de las variables en estudio se analizaron por medio de un modelo general lineal considerando como factores en estudio el sexo de los cerdos y los tres niveles de suero utilizados en las dietas.

La expresión matemática del modelo fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

Cuadro 2

Requerimientos nutricionales utilizados para el balanceo de las dietas

	% PC	EM Cerdos Mcal /kg	% Lisina	% de Metionina	% de Ca	% de P
Desarrollo	16	3400	0.75	0.20	1.0	0.50
Engorde	15	3400	0.60	0.16	0.95	0.45

Cuadro 3

Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de desarrollo

Materias primas	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %
Maíz amarillo	75.86	65.92	55.98	39.56
Harina de soya	19.90	18.91	17.92	18.08
Afrecho de trigo	0.00	0.00	0.00	4.78
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30
Suero de leche*	0.00	11.00	22.00	33.00
Grasa Animal	1.44	1.36	1.29	1.77
Núcleo	2.50	2.50	2.50	2.50

Cuadro 4

Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de desarrollo

Materias primas	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %
Maíz amarillo	78.62	69.16	62.85	56.54
Harina de soya	17.33	16.38	15.76	15.13
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30
Suero de leche*	0.00	10.48	17.46	24.45
Grasa Animal	1.25	1.18	1.13	1.08
Núcleo	2.50	2.50	2.50	2.50

donde:

μ = Media General

α_i = Efecto de las dietas

β_j = Efecto del sexo

E_{ij} = Error experimental

Se utilizó un nivel de significancia del 95 % ($P= 0.05$) para declarar las diferencias estadísticas como significativas, se consideró una tendencia entre a una $0.05 >P < 0.01$. Los datos se procesaron en el Software Estadístico InfoStat, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Metodología Económica

Para el análisis económico se consideraron los siguientes elementos: presupuestos parciales, relación beneficio-costos, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal. El análisis del presupuesto parcial permitió organizar los datos experimentales con el objetivo de obtener los costos y beneficios de los diferentes tratamientos. Para el estudio económico se tomaron como referencia los precios de venta del kilogramo de carne de cerdo, con el fin de determinar la relación beneficio-costos. Para ello, se utilizaron los costos variables de los concentrados en cada tratamiento. En el análisis de dominancia, se ordenaron los tratamientos de menor a mayor según sus costos variables, y se compararon su respectivo beneficio neto para identificar cuál de ellos resultaba dominado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se presenta un análisis individual de las variables en estudio, incorporando estadística descriptiva e inferencial, con el objetivo de explicar los efectos producidos por la adición de suero lácteo y del sexo de los cerdos.

Peso vivo

Los pesos vivos de los cerdos en las fases de desarrollo (semana 11 a18) y engorde (semana 19 a24), se presentan en las Figuras 1 y 2. Como se observa, los cerdos aumentaron de peso de forma continua a lo largo del estudio, destacándose los pesos en el tratamiento 2 que corresponden al nivel más bajo de suero (4 litros/día en desarrollo y 6 litros/día en engorde).

Los promedios de peso al final de las fases de desarrollo y engorde (18 y 24 semanas respectivamente) según el sexo de los cerdos se presentan en el Cuadro 5. Se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto del sexo ($p < 0.05$) sobre los pesos vivos. Se observa una diferencia de 4.85 kg en desarrollo ($p=0.012$) y de 5.68 kg en el engorde ($p=0.020$) en favor de los machos.

Pokniak et al., (1980), analizaron el efecto del suero de quesería en la alimentación de 15 machos y 15 hembras, y demostraron diferencias significativas en los pesos vivos de los cerdos con ($p < 0.001$). Encontraron que los machos tenían un peso promedio 99.7 kg mientras que las hembras pesaban 92.2 kg en promedio. Estos resultados fueron superados en la presente investigación, donde los cerdos machos en la etapa de engorde alcanzaron un promedio de 103.37 kg y las hembras 97.69 kg.

Los efectos de los tratamientos (niveles de suero) sobre los pesos vivos

Figura 1

Peso vivos de los cerdos en la etapa de desarrollo

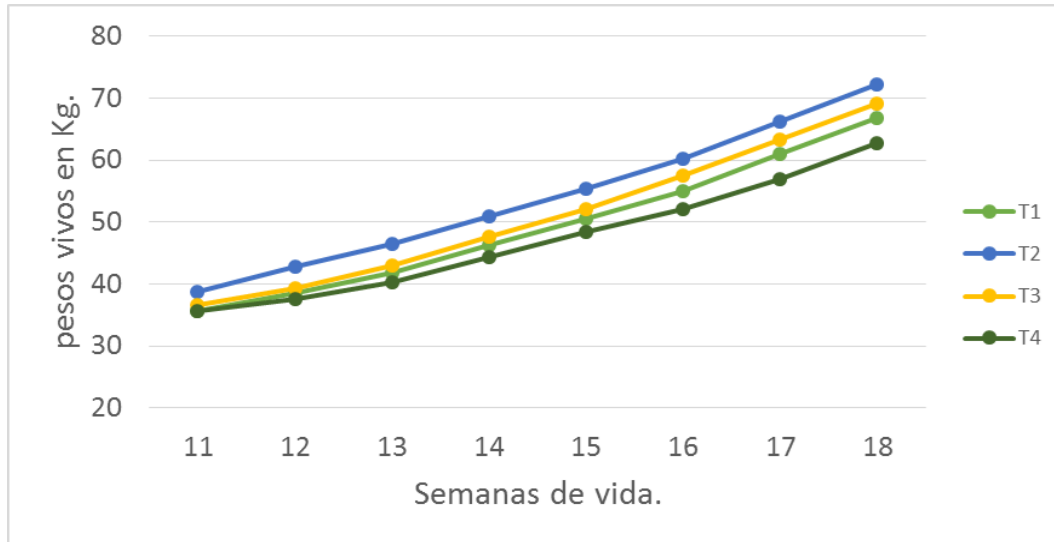
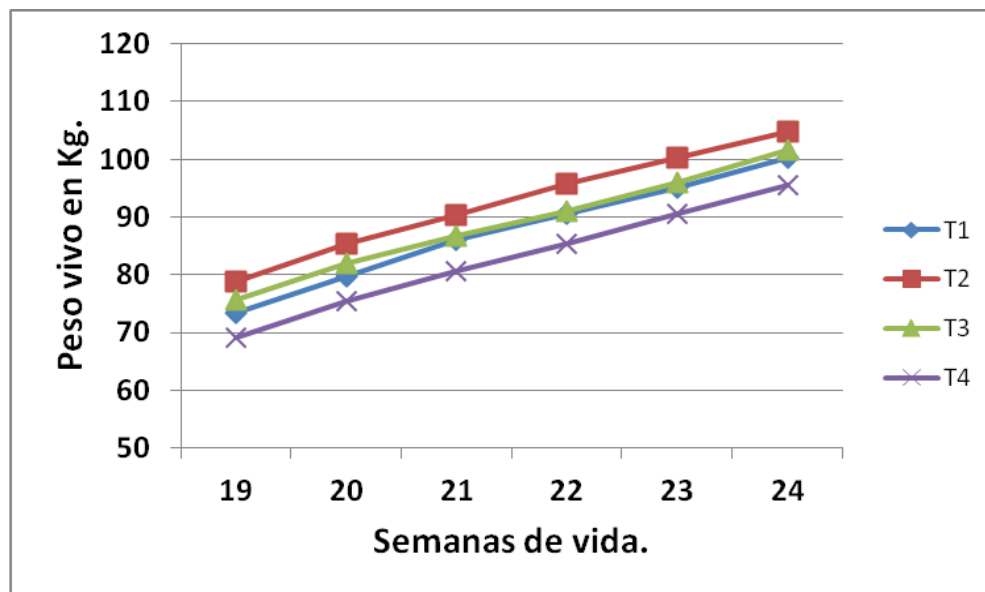


Figura 2

Pesos vivos de los cerdos en la etapa de engorde



de los cerdos, al final de las fases de desarrollo (semana 18) y engorde (semana 24) se presentan en el Cuadro 6. Durante la fase de desarrollo, los tratamientos produjeron diferencias estadísticas significativas ($p=0.034$), con mayores pesos en T2 (4 litros/día de suero). En la fase de engorde se encontró una tendencia ($p=0.094$) siendo T2 (6 litros/día de suero) el tratamiento con el promedio de peso vivo más alto

La investigación realizada por Almaguel et al. (2004), señala que el suministro de alimento en forma de papilla mejora la digestibilidad de la ración, la cual contiene mayor proporción de proteínas, favoreciendo así el desarrollo orgánico de cerdos en crecimientos. quede manera similar, Sarchizian et al. (1996), evaluaron diversas dietas y obtuvieron resultados comparables. Los datos del presente estudio coinciden con

estas experiencias,, no obstante, se observa una disminución en los pesos cuando las cantidades de suero se incrementan en los tratamientos T3 y T4.

En un estudio reciente, Yáñez y Montalvo (2013) mostraron que los pesos finales de los cerdos en la fase de engorde presentan diferencias positivas con el uso de suero lácteo. Con una dieta de 1.9 kg de concentrado más 14 litros de suero lácteo se obtuvo un peso final de 97.6 kg, mientras que con 1.8 kg de concentrado más 16 litros suero lácteo se alcanzó un peso de 97 kg.

En México, López, et al. (2010), encontraron que, en la fase de engorde, el tratamiento con 6 L/día de suero obtuvo 99.0 kg de peso vivo,

Cuadro 5

Peso vivo en Kg por sexo de los cerdos al final de las fases de estudio

SEXO/ SEMANA	Semana 18	Semana 24
Machos	70.15	103.37
Hembras	65.3	97.69
Probabilidad	0.0122	0.0195

Cuadro 6

Peso vivo de los cerdos Kg según tratamiento de alimento al final de cada fase

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	Semana 18	Semana 24
T1	66.74	100.23
T2	72.27	104.85
T3	68.68	101.59
T4	63.21	95.45
Probabilidad	0.0213	0.0527

Cuadro 7

Ganancia de peso en g/día según el sexo en las fases de desarrollo y engorde

SEXO/ FASE	DESARROLLO Semanas 11- 18	ENGORDE Semanas 19- 24
Machos	590.03	774.41
Hembras	533.3	755.41
Probabilidad	0.0491	0.4784

Cuadro 8

Ganancia de peso en cerdos g/día según el tratamiento

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	SEMANAS 10-18	SEMANAS 19-24
T1	554.63	797.22
T2	599.33	775.58
T3	577.48	745.22
T4	515.22	741.62
Probabilidad.	0.1863	0.4108

mientras que con 12 L/día se registraron 98.5 kg. Esto indica que un mayor volumen de suero no incremento significativamente el peso. Estos resultados son consistentes con nuestra investigación, donde los pesos también disminuyeron al aumentar el suministro de suero de 6 a 10 y 14 L/día (104.85, 101.54 y 95.45 kg respectivamente)

Ganancia de peso

El El sexo tuvo un efecto significativo sobre la ganancia diaria de peso durante la la fase de desarrollo ($p= 0.05$) pero no en la fase de engorde ($p=0.48$), como se observa en el Cuadro 7. Las ganancias promedio registradas fueron de 561.66 g/día en la fase de desarrollo y 764.91 g/día en la de engorde, independientemente del efecto del sexo y del tratamiento.

El cuadro 8 muestra que los valores promedios de cada ración alimenticia resultaron similares durante la última semana de cada fase. En la fase de desarrollo, el tratamiento T2 obtuvo la mayor ganancia de peso, mientras que en la fase de engorde, el tratamiento T1 presentó el mejor desempeño en términos de ganancia de peso.

Pokniac et al. (1980), en su análisis de suero de quesería como complemento al concentrado, utilizaron los siguientes tratamientos: T1

(100 % concentrado), T2 (concentrado: suero de quesería = 1:1) y T3 (concentrado: suero de quesería= 1:3). Los resultados mostraron que la mejor ganancia de peso ocurrió en los tratamientos con suero de leche ($p<0.001$), siendo el T3 el que presentó mayor incremento. Cabe destacar que, en el estudio actual, las cantidades crecientes de suero sustituyeron parte del equivalente nutricional del concentrado (Cuadros 1 y 2), lo que generó una disminución en el desempeño. Este resultado contrasta con los hallazgos de Pokniac et al. (1980), donde el suero fue añadido al concentrado sin sustitución.

Adicionalmente, Yáñez y Montalvo (2013) reportaron que, en la etapa de engorde, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de peso ($p>0.05$ valor de 0.08) asociadas al uso de suero. Estos hallazgos son consistentes con los de nuestra investigación, en la que tampoco se encontraron diferencias significativas en los pesos vivos o las ganancias de peso debido a la adición de suero a la dieta. Este constituye un resultado positivo de nuestro estudio, ya que demuestra que es posible utilizar una fuente alimenticia más económica sin afectar el desempeño de los cerdos.

Conversión alimenticia

El efecto del sexo en la conversión alimenticia no fue significativo en la fase de desarrollo ($p=0.069$). De manera similar, en la fase de engorde, tampoco se encontró un efecto significativo por el sexo ($p=0.4524$). (Cuadro 9).

El cuadro 10 muestra que, al final de las fases evaluadas, no existen diferencias amplias en el índice de conversión alimenticia. Sin embargo, se detectó que el tratamiento T2 requirió de una menor cantidad de alimento para producir un kilogramo de peso durante la última semana de la fase de desarrollo. Por el contrario, en la fase de engorde, el tratamiento T1 (100 % concentrado) presentó el menor índice de conversión alimenticia al compararse con el tratamiento T2.

En su investigación, Yáñez y Montalvo (2013) no encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia de los cerdos durante las fases de desarrollo y engorde ($p>0.05$; valor $p=0.08$). Estos resultados coinciden con los hallazgos de esta investigación, donde tampoco se observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia. Dicha similitud, podría explicarse porque, en nuestro estudio, en el análisis de varianza (ANOVA) realizado en la última semana de la etapa de desarrollo, no detectó diferencias significativas, sumando al hecho de que los cerdos comenzaron la etapa de desarrollo con condiciones corporales y de peso similares.

Según López et al. (2010), los tratamientos que incluyen suero de leche presentan una mejor conversión alimenticia. En dicho estudio, el tratamiento con la mayor proporción de suero mostró en la mejor conversión de alimento en función con el concentrado consumido y el peso ganado. Esto coincide con la investigación de Romero et al. (1995), quienes reportaron que los animales alimentados con suero presentan una mayor eficiencia en la conversión alimenticia que aquellos que solo reciben concentrado. La discrepancia entre estos estudios y la presente investigación, podría explicarse porque en la presente investigación, las cantidades de suero suministradas a los cerdos se mantuvieron constante en cada fase.

Cuadro 9

Ganancia de peso en cerdos g/día según el tratamiento

SEXO/ SEMANA	Semanas 11-18	Semanas 19- 24
Machos	3.75	4.58
Hembras	4.15	4.45
Probabilidad	0.0691	0.4524

Análisis Económico

El análisis económico se centró en los costos por tratamiento, desglosando el precio de los concentrados formulados, la obtención del suero de leche, los cerdos, los medicamentos, la mano de obra y los costos totales por cada tratamiento. Los costos de cada materia prima, se determinaron según los precios vigentes en la fecha del estudio. En el caso de los concentrados formulados, se consideró lo utilizado para elaborar la cantidad de alimento ofrecido durante todo el ensayo.

Para el beneficio bruto en campo, se consultaron precios de mercado en pie de un cerdo de 22 semanas de edad, que fluctuaban entre \$2.30 y \$2.42 por kilogramo. Se estableció un precio de \$2.42 por kilogramo, manteniendo el mismo precio de costo del producto en el campo.

Costo de los cerdos y alimentación

Durante el ensayo se registraron los costos de las materias primas para la elaboración de las diferentes raciones en estudio. También se estimó la cantidad de alimento ofrecido y la ganancia de peso semanal de los cerdos. Además, se consideró el precio de venta en la fase final del ensayo, todo con el fin de calcular los costos variables, los beneficios netos y la tasa de retorno marginal.

Presupuesto parcial

Se realizó un ajuste del 10 % en los rendimientos de cada tratamiento,

Cuadro 11

Costos de alimentación por tratamiento

		Total dólares por tratamiento por Fase.			
		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
FASE DE DESARROLLO	Maíz Amarillo	\$171.36	\$133.28	\$104.16	\$67.76
	Harina de Soya	\$77.28	\$65.52	\$57.12	\$53.20
	Sal Yodada	\$0.56	\$0.56	\$0.56	\$0.56
	Grasa Animal	\$8.96	\$7.84	\$6.72	\$8.96
	Premezcla de Vit	\$29.68	\$26.32	\$24.64	\$22.40
	Afrecho de Trigo	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$8.40
	Suero de Leche	\$0.00	\$13.44	\$23.52	\$40.32
TOTAL FASE DESARROLLO		\$287.84	\$246.96	\$216.72	\$201.60
FASE DE ENGORDE	Maíz Amarillo	\$209.16	\$164.22	\$130.62	\$100.80
	Harina de Soya	\$78.96	\$66.78	\$56.28	\$46.20
	Sal Yodada	\$0.42	\$0.42	\$0.42	\$0.42
	Grasa Animal	\$9.24	\$7.98	\$6.72	\$5.46
	Premezcla de Vit	\$35.28	\$31.50	\$27.30	\$23.52
TOTAL FASE DE ENGORDE		\$333.06	\$286.02	\$246.54	\$211.68

Cuadro 10

Índice de conversión alimenticia según la ración

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	Semana 18	Semana 24
T1	4.02	4.31
T2	3.65	4.45
T3	3.82	4.64
T4	4.32	4.67
PROBABILIDAD	0.1594	0.4108

multiplicando estos por los 0.10 como se observa en el Cuadro 12. Los beneficios brutos de campo se estimaron basándose en el precio de venta del cerdo en pie. Finalmente, los beneficios netos se calcularon como la diferencia de los beneficios brutos en campo y los costos variables.

Análisis de dominancia

El análisis de dominancia se realizó, ordenando los tratamientos de menor a mayor costos que varían. Se considera que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. En este análisis el T3 proporciona los mejores beneficios costos-efectivos, con un valor de \$564.34, lo que representa una superioridad de \$175.48 respecto al T1 (Figura 3).

Curva de beneficios netos

El tratamiento 1 queda afuera la curva de beneficios netos por ser el tratamiento dominado. El tratamiento 3 obtuvo los mejores beneficios con respecto a los tratamientos 2, 4,1 respectivamente.

Tasa de retorno marginal

Para la tasa de retorno marginal (TRM), se observa que por cada dólar invertido en el tratamiento T3 en comparación con el T4, se obtiene un retorno de \$30.21. Sin embargo, si se opta por cambiar del tratamiento T3 al T4, la inverse obtendrá un retorno de \$0.60 al invertir \$1.

Al comparar la tasa de retorno marginal entre T3 y T2, una inversión de \$1 en T3 genera un retorno de \$27.16 en comparación con T2. Sin embargo, cambiar de T3 a T2 resultaría en una pérdida de -\$0.39 por cada \$1 invertido. De manera similar para la tasa de retorno marginal entre T3 y T1, una inversión de \$1 en T3 produce un retorno de \$175.74 al compararlo con T1. Por el contrario, cambiar de T3 a T1 llevaría una pérdida de -\$1.11 por cada \$1 invertido (Cuadro 13).

CONCLUSIONES

La utilización de suero en la alimentación de cerdos de engorde permite obtener mejor resultados en la ganancia de peso vivo.

En los tratamientos evaluados en la fase de desarrollo, el Tratamiento 2, compuesto por 89.42 % de concentrado y 10.58 % de suero de leche, reflejó los mejores resultados estadísticos en las variables de ganancia de peso, conversión alimenticia y peso vivo.

En la fase de engorde, para la variable de peso vivo, el tratamiento 2 (89.42 % concentrado y 10.58 % suero de leche) mostró los mejores resultados estadísticos. Le siguieron los tratamientos con 17.46 %, 0 %, y 24.45 % de suero de leche, respectivamente.

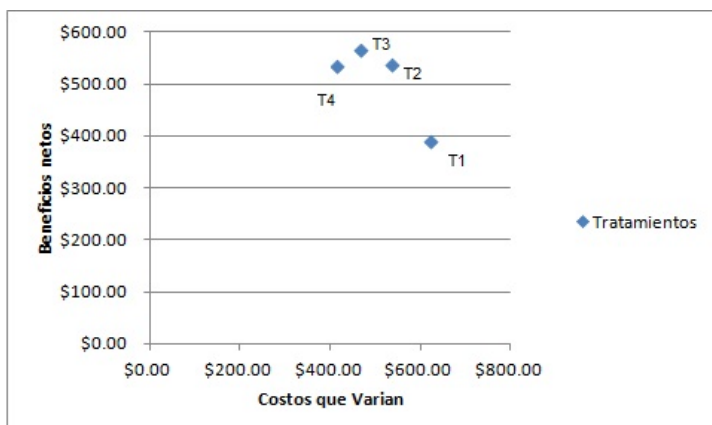
Cuadro 12

Presupuesto parcial

	T1	T2	T3	T4
Rendimiento en Kg	601.36	629.09	609.55	572.73
Rendimiento Ajustado Kg. en pie 10 %	541.22	566.18	548.60	515.46
BBC \$	\$1,309.76	\$1,370.16	\$1,327.60	\$1,247.41
Costo de alimentación (Concentrado + suero de leche)	\$620.90	\$532.98	\$463.26	\$413.28
Costo de los cerdos	\$300.00	\$300.00	\$300.00	\$300.00
CV \$	\$920.90	\$832.98	\$763.26	\$713.28
Costo parcial por cerdo	\$153.48	\$143.81	\$130.00	\$118.88
Beneficio Parcial \$	\$388.86	\$537.18	\$564.34	\$534.13

Figura 3

Curva de beneficios netos de los tratamientos no dominados



Cuadro 13

Tasa de retorno marginal

Tratamiento	Total Costos que varían	Beneficios Netos
4	413.28	534.13
3	463.26	564.34
2	532.98	537.18
1	620.9	388.6

Económicamente, el Tratamiento 3 (T3) se destaca con el mejor beneficio neto de \$564.34. Este resultado le otorga la mejor tasa de retorno de la inversión en comparación con los demás tratamientos: T2 (\$537.18), T4 (\$534.13) y T1 (\$388.6).

REFERENCIAS

- Almaguel, R.; Tolón, N.; Camino, Y.; Ramírez, M. 2004. Nota sobre el efecto del suero lácteo en la alimentación de cerditos destetados.
- ASPORC (Asociación Salvadoreña de Porcinocultores). 2014. Historia de la porcicultura en El Salvador. Disponible en: www.asporc.org/. Consultado el 24 de noviembre de 2014.
- Campabadal, C. 2009. Guía de alimentación técnica de cerdos. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Guia%20tecnica%20para%20productores%20de%20cerdos.pdf>. Consultado el 4 de octubre de 2014.
- CNPML (Centro Nacional de Producción Más Limpia). 2003. Producción más limpia en el sector de los productos lácteos de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Mahan, D.C. 1993. Dried whey: What is its value in pig starter diets. En: Ohio Swine Research and Industry Report 1992-1993. Serie 92-2. p. 26-38
- López, O.; Calderón, A.; García, V.; Sánchez, V.M. 2010. Alimentación de cerdos con suero de queso.
- Pokniak, J.; Cornejo, S.; Bonacic, M. 1980. Suero fresco de queso en raciones para cerdos en engorda. Disponible en: <https://books.google.com.sv/books?id=0fiQYfw7xA8C&pg=PA198&lpg=PA198&dq>. Consultado el 16 de julio de 2015.
- Romero, R.C.; Salamanca Arias, R.A.; Saravia, J. 1995. Evaluación del uso de vísceras de pollo y melaza en la alimentación de cerdos (Yorkshire x Landrace) en la etapa de finalización. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 40 p.
- Sarchizian, D.; Preda, C.; Buliga, J. 1996. Effect of dietary protein and energy level on growth performance of growing pigs. En: S.C. Romsuintest. A. Peris, Rumanía. p. 184. Topigs. s.f. Requerimientos nutricionales.
- Yáñez Ávalos, D.; Montalvo Lozada, M. 2013. Alimentación con suero de quesería más balanceado en las fases de crecimiento y finalización, para mejorar los parámetros productivos en cerdos. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu/bitstream/25000/977/1/T-UCE-0014-26.pdf>. Consultado el 4 de octubre de 2016.