

Inclusión de Lipofeed® como fuente energética en dieta de cerdos de engorde

Yehilin Valentina Meneses Meneses

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Inclusión de Lipofeed® como fuente energética en dieta de cerdos de engorde

Proyecto Especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera Agrónoma en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Yehilin Valentina Meneses Meneses

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2018

Inclusión de Lipofeed® como fuente energética en dieta de cerdos de engorde

Yehilin Valentina Meneses Meneses

Resumen. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de sustituir el 100% de fuente lípida con el suplemento gluconeogénico Lipofeed® en alimentación de cerdos de engorde. El estudio se realizó en la Granja Porcina Educativa y Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se evaluaron 146 cerdos, entre hembras y machos castrados de las razas Duroc, Yorkshire, Landrace y sus cruces. Las variables evaluadas fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA), índice de conversión alimenticia (ICA), rendimiento en canal caliente (RCC), espesor de grasa dorsal (EGD), área de lomo (AL), porcentaje de carne magra (PCM) y los costos de alimentación. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo para el análisis de las variables, con dos tratamientos y tres repeticiones. Se encontraron diferencias significativas en la GDP en la etapa de finalización con 0.930 y 0.759 kg/cerdo/día, EGD con 1.598 y 2.145 cm, AL con 53.151 y 48.508 cm², PCM con 58.31 y 54.194%, para Lipofeed® y control. En las variables de CDA, ICA y RCC no se encontraron diferencias significativas. La utilización del suplemento Lipofeed® en las dietas de engorde, mostró un aumento en cuanto a calidad de la carne, pero no en los parámetros productivos en granja. La rentabilidad del tratamiento Lipofeed® fue mejor, con una utilidad por cerdo de \$1.75 mayor a la del tratamiento control.

Palabras clave: Carne magra, fuente lípida, gluconeogénico, rentabilidad.

Abstract. The aim of the present study was to evaluate the effect of replacing 100% of the lipid source with Lipofeed® gluconeogenic supplement in the feeding of fattening pigs. The study was carried out at the Educational Pig Farm and Meat Plant of Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 146 pigs from the Yorkshire, Landrace, Duroc and their cross breeds were used. The evaluated variables were daily weight gain (DWG), daily feed intake (ADI), feed conversion index (ICI), hot runner yield (HRY), back fat thickness (BFT), loin area (LA), lean meat percentage (PCM) and food costs. A complete randomized block design (CRB) with measures repeated over time for the analysis of the variables, with two treatments and three repetitions. We found significant differences in DAW at the completion stage with 0.930 and 0.759 kg /pig/day, BFT with 1.598 and 2.145 cm, LA with 53.151 y 48.508 cm², PCM with 58.312 and 54.194%, Lipofeed® and control. In the variables ADI, ICA, and HRY, no differences were found between treatments. The supplementation with Lipofeed® in the fattening diets showed an increase in the quality of the meat, but not in the productive parameters on the farm. The profitability showed in the Lipofeed® treatment had a profit per pig of \$1.75 greater compared to the control treatment.

Key words: Lean meat, lipid source, gluconeogenic, profitability.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	v
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES	11
5. RECOMENDACIONES	12
6. LITERATURA CITADA.....	13

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1.	Cantidad porcentual de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas de crecimiento, desarrollo y finalización usados en el estudio.	3
2.	Ganancia Diaria de Peso (GDP), ganancia total de peso (kg) y peso a la cosecha (kg) de los cerdos del estudio, utilizando Lipofeed® y el control del mismo.	6
3.	Consumo Diario de Alimento (CDA) de cerdos en la etapa de crecimiento, desarrollo y finalización durante la aplicación del suplemento Lipofeed®.	7
4.	Índice de Conversión Alimenticia (ICA) de los cerdos en las tres etapas de engorde y su respectivo acumulado, con la utilización del suplemento Lipofeed®.	7
5.	Efecto de la dieta con la aplicación de suplemento Lipofeed® en Rendimiento de Canal Caliente (RCC), Área del Lomo (AL), Espesor de Grasa Dorsal (EGD) y Porcentaje de Carne Magra (PCM) de los cerdos a los 161 días de edad.	8
6.	Análisis de costos de alimentación por cerdo utilizando el tratamiento Lipofeed® y el tratamiento control en las tres etapas de engorde y el total por tratamiento.	9
7.	Análisis de la utilidad y rentabilidad de los costos de producción por cerdo, comparando el tratamiento Lipofeed® y el tratamiento control.	9

1. INTRODUCCIÓN

La demanda total de carne de cerdo a nivel Latinoamericano, ha tenido un aumento anual de 2.67% en los últimos años (FAO 2012). Esto debido al accesible precio que mantiene en el mercado y por los altos beneficios de proteína animal que brinda (FIRA 2016).

Para optimizar los parámetros productivos de una piara de forma eficiente se debe conocer que la alimentación representa el 70% - 80% del total de los costos de producción (Herrera 2016b). La etapa de crecimiento - finalización representan más del 70% de este porcentaje y tan solo en esta etapa el requerimiento energético es del 50% de los costos de alimentación. Por esta razón, se debe realizar una distribución de dietas nutricionales en tres fases (crecimiento, desarrollo y finalización) para reducir costos (Paulino 2017).

Es importante conocer que la genética y el potencial animal regulan la deposición de tejido magro y proteínas en estas tres fases. La fase de crecimiento es dependiente del consumo de energía para expresar su potencial máximo, mientras que la etapa de finalización no está limitada por la ingesta de energía para este tipo de deposición. Sin embargo, se ve afectada la tasa de crecimiento si existen limitaciones de aminoácidos (Paulino 2017).

En los cerdos de engorde no se toma en cuenta la calidad ni la proporción de energía y aminoácidos que tiene una dieta en el momento que se le ofrece al animal, por lo que se desconoce si se está supliendo los requerimientos de mantenimiento, crecimiento y el potencial de ganancia magra (Pelaez *et al.* 2015); esto se debe a la falta de información del productor en cuanto al impacto en la cantidad de ácidos grasos o el nivel de insaturación que puede causar la peroxidación lipídica, la contaminación o adulteración, rancidez o el manejo que se le da al aceite previo a su recibo (Herrera 2016b). Es necesario considerar el impacto que puede causar los calentamientos o procesos oxidativos que se le aplican a la fuente lipídica (almidones, grasas, sebos, aceites vírgenes o reciclados) proveídos dentro de la dieta de los cerdos, ya que puede afectar el contenido de energía digerible y metabolizable que se estima en la formulación (DeRouchey *et al.* 2004). El incremento en precio y escasez de estas materias primas también dificulta alcanzar una buena rentabilidad.

Una revisión de 16 estudios realizados con cerdos de engorde ha demostrado una disminución media del 11.4% en la tasa de crecimiento y un 8.8% en el consumo de alimento, cuando los animales han sido alimentados con dietas isocalóricas que contienen lípidos peroxidados, en comparación con dietas que mantienen lípidos no peroxidados de la misma fuente. Esto indica, que la alimentación con lípidos peroxidados afecta negativamente el estado oxidativo metabólico de los cerdos y el rendimiento del crecimiento (Shurson *et al.* 2015).

DeRouchey *et al.* (2004) concluyen en su investigación con cerdos de finalización que la ganancia de peso disminuyó a medida que la rancidez de la grasa blanca consumida aumentó; mientras tanto Boler *et al.* (2012) indican que la alimentación usando aceite de maíz oxidado deteriora el rendimiento de crecimiento y causa estrés oxidativo.

En respuesta a este problema se han estado utilizando sustratos gluconeogénicos como es el caso del Lipofeed[®], compuesto por propionatos, lactatos, glicoles y aminoácidos glucoformadores, que proveen energía mediante rutas metabólicas que el cuerpo tiene de forma intrínseca dentro del funcionamiento de los organismos. La función es incrementar la expresión genética (Nutrigenómica) que optimizan la utilización de los ingredientes de una ración (carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales) (Herrera 2016a).

El mecanismo de acción inicia por la estimulación y la mejora de la gluconeogénesis a través del Ciclo de Krebs, que mediante reacciones químicas genera el equivalente de 77,500 kcal. de energía metabolizable como promedio, en tan solo un litro o un kilogramo de Lipofeed[®]; se conoce que con la adición de una molécula de glucosa del sustrato gluconeogénico a la dieta animal se generan 36 moléculas de ATP, a diferencia de dietas sin éste producto que una molécula de glucosa solo genera dos moléculas de ATP (Herrera 2016a).

La sustitución de un 100% de aceite de palma utilizada en las dietas por Lipofeed[®] se espera que ayude a suplir los requerimientos energéticos precisos que necesitan los cerdos en las etapas de crecimiento-finalización, incrementar los rendimientos de producción, reducir los costos en la formulación de las dietas y proporcionar mayores utilidades para una mejor competitividad en el mercado.

La Universidad Autónoma de Chapingo, determinó que la sustitución del 100% de aceite vegetal por Lipofeed[®] en la dieta de cerdos de engorda logró un peso de 12% mayor ($P < 0.05$) sobre el grupo control (Herrera 2016b).

Medeles Orozco (2009), realizó un experimento en las granjas “Las Pampas”, Chiapas, México, donde determinó que con la utilización de un suplemento energético en un grupo de 100 animales se obtuvieron promedios de 112 kg de peso vivo por animal; 53.74% de rendimiento del peso de carne magra en canal caliente y grasa dorsal en la décima costilla de 1.0 cm, a comparación del grupo control que los animales obtuvieron un promedio de 95 kg de peso vivo; 51.55% del peso de carne magra en canal caliente y 2.0 cm de grasa dorsal en la décima costilla. Para la categoría de evaluación de mejor calidad y rendimiento porcentual de carne en ganado porcino según la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-081 - SCFI- 2003 es de 52% o mayor, punto sobrepasado según el experimento.

- El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de sustituir el 100% de aceite de palma, como fuente lípida con el suplemento gluconeogénico Lipofeed[®] en alimentación de cerdos de engorde, sobre los parámetros de consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP), índice de conversión alimenticia (ICA), rendimiento en canal caliente, espesor de grasa dorsal, área del lomo y porcentaje de carne magra. Adicional estimar los costos de alimentación durante las etapas de engorde con los dos tratamientos (con Lipofeed[®] y sin Lipofeed[®]).

2. METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, durante los meses de julio a noviembre de 2017. La granja está ubicada en el departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa carretera a Danlí, Honduras. Altura promedio de 800 msnm y temperatura promedio de 27°C durante el estudio.

Se evaluaron 146 cerdos, entre hembras y machos castrados de las razas Duroc, Yorkshire, Landrace y sus cruces, ubicados en corrales mixtos con un área de 15 m² (3 m × 5 m) con bebederos tipo chupete, comedero tipo tolva y piso de cemento. Las dietas se proporcionaron *ad-libitum* en tres fases: crecimiento de 70 a 105 días de edad, desarrollo de 106 a 140 días de edad y finalización de 141 a 161 días de edad.

Se evaluaron dos tratamientos:

Tratamiento 1: Dieta núcleo con el 100% de reemplazo del aceite de palma por el suplemento Lipofeed®.

Tratamiento 2: Dieta control, sin Lipofeed® y el 100% de aceite de palma.

La composición de los tratamientos se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad porcentual de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas de crecimiento, desarrollo y finalización usados en el estudio

Ingredientes	Crecimiento		Desarrollo		Finalización	
	Control	Lipofeed®	Control	Lipofeed®	Control	Lipofeed®
Maíz	60.00	59.70	72.25	73.42	69.41	69.68
Aceite de Palma	3.00	0.00	1.30	0.00	1.20	0.00
Lipofeed®	0.00	0.30	0.00	0.13	0.00	0.12
Melaza	0.00	3.00	3.00	3.00	0.39	1.20
Soya H de 48% INN	0.00	0.00	20.50	20.50	24.00	24.00
Carbonato de calcio	0.00	0.00	1.04	1.04	0.00	0.00
Biofos	0.00	0.00	0.87	0.87	0.00	0.00
Lisina	0.00	0.00	0.24	0.24	0.00	0.00
Sal	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00
Vitamina Cerdos	0.00	0.00	0.30	0.30	0.00	0.00
Núcleo Crecimiento	37.00	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Núcleo E. Magro	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Las variables evaluadas fueron:

Ganancia diaria de peso (GDP): Los cerdos fueron pesados al inicio y al final de cada etapa de alimentación. La diferencia de peso se dividió por el número de días de cada etapa.

Ganancia total en engorde: Los cerdos fueron pesados al inicio y al final del engorde para obtener la diferencia de peso.

Peso a cosecha: Los cerdos fueron pesados antes de ser enviados a cosecha.

Consumo diario de alimento (CDA): Se pesó el alimento ofrecido diariamente y el alimento rechazado luego de haber finalizado cada etapa.

Consumo diario de alimento acumulado: La cantidad de alimento consumido durante las tres etapas fueron dividida por los días que dura el periodo de engorde.

Índice de conversión alimenticia (ICA): Se obtuvo de la división del Consumo Diario de Alimento (CDA) entre la Ganancia Diaria de Peso de los cerdos (GDP).

Canal Caliente: Se pesaron las canales sin cabeza, evisceradas y sin patas, luego de la cosecha.

Rendimiento de Canal Caliente (RCC): Se dividió el peso de la canal caliente sobre el peso vivo en la fórmula 1, de rendimiento de canal caliente:

$$\text{Rendimiento de Canal Caliente (\%)} = \frac{\text{Peso canal caliente (kg)}}{\text{Peso vivo (kg)}} \times 100 \quad [1]$$

Espesor de grasa dorsal (EGD): Se midió a la altura de la décima costilla con un pie de rey 24 horas después de la cosecha.

Área del lomo (AL): Se midió 24 horas después de la cosecha a la altura de la décima costilla, en el área del músculo *Longissimus dorsi*, utilizando el método de la hoja cuadrículada de la Universidad de Illinois.

Porcentaje de carne magra (%): Se calculó utilizando la ecuación elaborada por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos de contenido de músculo; donde se considera el espesor de la grasa dorsal, el peso de la canal caliente y el área del músculo del lomo y se sustituyeron los datos en la fórmula 2, de cálculo del porcentaje de contenido de músculo:

$$\% \text{ Músculo} = \frac{8.588 + (0.465 \times \text{canal caliente}) + (3.005 \times \text{área del lomo}) - (21.896 \times \text{espesor de grasa dorsal})}{\text{peso de la canal caliente}} \quad [2]$$

Costos de alimentación: Se realizó un análisis marginal de costos para la etapa de engorde de cerdos producidos con aceite de palma y Lipofeed®.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo para el análisis de las variables, con dos tratamientos y tres repeticiones, con un total de seis unidades experimentales, considerando cada corral como una unidad experimental. Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA), usando el procedimiento General Lineal Model (GLM), con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$, en el programa “Statistical Analysis System 9.4” (SAS® 2013). Para el análisis de las variables porcentuales se utilizó la prueba de Chi Cuadrado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ganancia diaria de peso. Se encontró diferencia entre los tratamientos, en las tres etapas de engorde ($P \leq 0.05$); el suplemento Lipofeed® muestra una media superior sobre el tratamiento control en la etapa de finalización, mientras que en las otras dos etapas el desempeño fue inferior comparado con el uso de aceite de palma. Esto coincide con el estudio de Medeles *et al.* (2016) quienes exponen que en la etapa de crecimiento el tratamiento control estuvo por encima del tratamiento con Lipofeed® y en la etapa de finalización la ganancia diaria de peso fue superior utilizando Lipofeed® que aceite vegetal.

Campabadal (2009) expone un rango comercial de ganancia diaria de peso para la etapa de engorde de 0.8 a 0.9 kg/cerdo/día, en la que se puede comparar que los resultados del uso de Lipofeed® en la etapa de finalización están por encima de éste rango y el tratamiento control muestra una media menor al mismo (Cuadro 2).

En cuanto al peso final de cosecha, dado a los 161 días, la media obtenida en el estudio con el tratamiento Lipofeed® fue de 100.3 kg, inferior a los resultados del estudio de Herrera (2016b), quien mostró un peso final a la cosecha de 117.73 kg sustituyendo el 100% de aceite vegetal con Lipofeed® y en donde su etapa de finalización culminó a los 156 días.

Cuadro 2. Ganancia Diaria de Peso (GDP), ganancia total de peso (kg) y peso a la cosecha (kg) de los cerdos del estudio, utilizando Lipofeed® y el control del mismo.

Tratamientos	GDP (kg/cerdo/día)			(kg/cerdo)	
	Crecimiento*	Desarrollo*	Finalización*	Ganancia Total ^{n.s}	Peso final ^{n.s}
Lipofeed®	0.643 ^b	0.892 ^b	0.930 ^a	71	100.3
Control	0.797 ^a	1.296 ^a	0.759 ^b	73	102.6
Probabilidad	0.001	<0.0001	0.0005	0.3	0.2
CV, %	4.634	3.144	4.146	13.6	10.6

CV= Coeficiente de Variación

^{n.s.}: Diferencia no significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

*: Letras diferentes en la misma columna indican diferencia entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

Consumo Diario de Alimento. Los efectos de la inclusión de Lipofeed® en cuanto al consumo diario de alimento, no presentan ninguna diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos durante las tres etapas, ni en el acumulado de las mismas (Cuadro 3).

Las medias de los dos tratamientos durante la etapa de desarrollo son mayores al rango estándar en Costa Rica expuesto por Campabadal (2009) que es de 2 a 2.25 kg/día y en la etapa de finalización muestran ser inferiores al rango (3 a 3.5 kg/día).

Los valores de consumo diario de alimento en las tres etapas con la inclusión de Lipofeed® son menores al compararlos con el estudio de Medeles *et al.* (2016) utilizando el precursor Lipofeed®, los cuales fueron de 3.122 kg en crecimiento, 3.051 kg en desarrollo y 3.340 kg en finalización; lo que explica a su vez las medias de pesos a cosecha sin diferencia.

Cuadro 3. Consumo Diario de Alimento (CDA) de cerdos en la etapa de crecimiento, desarrollo y finalización durante la aplicación del suplemento Lipofeed®.

Tratamiento	CDA (kg/cerdo/día)			
	Crecimiento ^{n.s.}	Desarrollo ^{n.s.}	Finalización ^{n.s.}	Acumulado ^{n.s.}
Lipofeed®	1.885	2.844	2.453	2.394
Control	1.812	2.776	2.298	2.296
Probabilidad	0.720	0.553	0.582	0.534
CV, %	11.638	4.215	12.228	6.909

CV= Coeficiente de Variación

^{n.s.}: Diferencia no significativa entre tratamientos (P >0.05).

Índice de conversión alimenticia. Las conversiones alimenticias no muestran diferencias entre tratamientos (P >0.05), en ninguna de las tres etapas (Cuadro 4), resultado ya esperado al conocer que la conversión alimenticia es la relación entre consumo de alimento y la ganancia de peso que individualmente no fueron significativos.

La media de 2.879 observada en la etapa de crecimiento con la utilización de Lipofeed® fue mayor a la del estudio de Dorado Montenegro (2014) quien obtuvo en su etapa de inicio (25-50 kg de peso/cerdo) una media de 1.96 al remplazar el 50% del aceite por Lipofeed® en su tratamiento I y una media de 2.04 al remplazar el 100%.

Cuadro 4. Índice de Conversión Alimenticia (ICA) de los cerdos en las tres etapas de engorde y su respectivo acumulado, con la utilización del suplemento Lipofeed®.

Tratamiento	Crecimiento ^{n.s.}	Desarrollo ^{n.s.}	Finalización ^{n.s.}	Acumulado
Lipofeed®	2.879	3.173	2.743	3.026
Control	2.472	2.53	3.308	2.786
Probabilidad	0.147	0.486	0.405	0.245
CV, %	8.057	32.323	21.854	6.216

CV= Coeficiente de Variación.

^{n.s.}: Diferencia no significativa entre tratamiento (P >0.05).

Rendimiento de Canal Caliente. No se encontró diferencia entre los tratamientos ($P > 0.05$) para ésta variable (Cuadro 5). Estos valores se encuentran dentro de los rangos de rendimiento de canal caliente (70-73%) manejados por la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El estudio muestra datos cercanos a las medias del rendimiento canal sin cabeza a los 90 kg de las razas Yorkshire (75%) y Landrace (74,5%) establecidas por Illescas *et al.* (2012), en su catálogo de razas integradas.

Espesor de Grasa Dorsal (EGD). Los resultados obtenidos en esta variable muestran que existe diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 5); donde el uso de la dieta con Lipofeed® disminuyó la deposición de grasa dorsal en 0.547 cm con relación al tratamiento control. Este valor se encuentra dentro del rango de rendimientos costarricenses expuesto por Campabadal (2009), que menciona que la grasa dorsal debe ser menor a 2 cm, mientras que el tratamiento control muestra una media encima del rango.

La calidad de canal se ve influenciada por la cantidad de grasa dorsal, que por cuestiones evolutivas se almacenan para suplir la energía en momentos que se requieran; el suplemento gluconeogénico evita la acumulación de grasa dorsal en las canales a comparación de los lípidos comunes. La reducción de ésta variable se atribuye a la optimización que hace el Lipofeed® en el Ciclo de Krebs, ya que al mantener una fuente constante de energía utilizable reduce la deposición de reservas corporales en los animales (Herrera 2016b).

Área del Lomo (AL). Los cerdos tratados con Lipofeed® muestran una deposición de 9.572% de musculo mayor que el grupo Control ($P \leq 0.05$). Valor similar a la media de área del lomo de cerdos cruzados comerciales (53.20 cm²) según Miar *et al.* (2014) en un estudio realizado en Canadá.

Porcentaje de Carne Magra. La utilización de Lipofeed® muestra diferencia en la producción de carne magra con respecto al control ($P > 0.05$), estando dentro de los rangos reportados por la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, que clasifica la calidad de canal de acuerdo al porcentaje de carne magra como Cerdo Plus (>55%) y el tratamiento control dentro del rango de Cerdo Más (50-54%). Las medias de los tratamientos muestran ser mejores a las mencionadas por Medeles Orozco (2009), que presenta un 53.74% de rendimiento de carne magra al utilizar un suplemento energético en las granjas "Las Pampas", Chiapas, México.

Cuadro 5. Efecto de la dieta con la aplicación de suplemento Lipofeed® en Rendimiento de Canal Caliente (RCC), Área del Lomo (AL), Espesor de Grasa Dorsal (EGD) y Porcentaje de Carne Magra (PCM) de los cerdos a los 161 días de edad.

Tratamiento	AL (cm ²)*	EGD (cm)*	RCC % ^{n.s.}	PCM %*
Lipofeed®	53.151 ^a	1.598 ^b	71.736	58.312 ^a
Control	48.508 ^b	2.145 ^a	72.768	54.194 ^b
Probabilidad	0.0029	<0.0001	0.430	0.0014

^{n.s.}: Diferencia no significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

*: Letras diferentes en la misma columna indican diferencia entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

Análisis de Costos. En el análisis de los costos de alimentación por cerdo producido, se observó que la inclusión de Lipofeed® en el engorde de cerdos presentó un incremento de \$0.01 (Cuadro 6), valor no significativo entre tratamientos. Se muestra que la etapa de desarrollo es la más demandante, en función al consumo alimenticio y la etapa de crecimiento es el costo más elevado por kilogramo de concentrado de todo el engorde.

El consumo alimenticio total en las tres etapas es igual para los dos tratamientos (Cuadro 6); valores esperados al conocer que en esta variable no existió diferencia significativa.

Cuadro 6. Análisis de costos de alimentación por cerdo utilizando el tratamiento Lipofeed® y el tratamiento control en las tres etapas de engorde y el total por tratamiento.

Tratamiento	Etapas	Costo (\$/kg)	Consumo Alimenticio/Etapas (kg)	Costo Total (\$)
Lipofeed®	Crecimiento	0.50	2.84	33.78
	Desarrollo	0.37	4.17	35.98
	Finalización	0.44	2.09	21.41
Total			9.09	91.18
Control	Crecimiento	0.51	2.84	33.91
	Desarrollo	0.36	4.17	35.85
	Finalización	0.44	2.09	21.42
Total			9.09	91.17

Tasa de cambio Lempira L.23.609 / US\$ 1

Los cerdos tratados con Lipofeed® fueron clasificados según la Planta de Cárnicos de la EAP Zamorano, como Cerdo Plus ($\geq 55\%$ de carne magra); por los cuales se obtuvo un pago de \$ 3.12/kg de canal caliente; mientras que los cerdos de control se ubicaron dentro del rango de Cerdo Más (50-54% de carne magra) que recibió un pago de \$ 3.10/kg.

El análisis muestra que el tratamiento Lipofeed® generó una utilidad de \$ 1.75 y 0.02 de rentabilidad sobre el tratamiento control (Cuadro 7), por cerdo producido.

Cuadro 7. Análisis de la utilidad y rentabilidad de los costos de producción por cerdo, comparando el tratamiento Lipofeed® y el tratamiento control.

Tratamiento	CC (kg)	Precio (\$/kg)	Costo (\$)	P venta/Cerdo (\$)	Utilidad (\$)	Rent
Lipofeed®	75.4	3.12	91.18	235.38	144.20	1.58
Control	75.4	3.10	91.17	233.62	142.45	1.56

CC: Canal Caliente.

P venta/Cerdo: Precio de venta por cerdo.

Rent: Rentabilidad.

Tasa de cambio Lempira L.23.609 / US\$ 1

La utilización de Lipofeed® en el estudio no muestra incrementos en cuanto a costos alimenticios, utilidad y rentabilidad significativos como para no ser utilizado. La ventaja de cambiar el aceite de palma por éste suplemento gluconeogénico se basa, principalmente en facilitar el manejo dentro de la planta de procesamiento de concentrados; al no existir el riesgo de obtener dietas con problemas de calidad como el contenido de impurezas o contenido de peróxidos por un mal manejo de aceites, se evita afectar el crecimiento normal de los animales. En cuanto al manejo de aceites dentro de la planta se torna complicado, ya que se requiere utilización de calor y combustible, costo que no se considera al utilizar Lipofeed®. Las áreas de almacenamiento, manejo, calentamiento y vaciado de aceites en la planta de procesamiento pueden ser fuentes de contaminación para los aceites vegetales, que no son tomadas en cuenta cuando se utiliza el suplemento gluconeogénico.

4. CONCLUSIONES

- La sustitución en el estudio del 100% de aceite de palma por el suplemento Lipofeed® en dietas de cerdos de engorde, productivamente no tienen ningún cambio en cuanto al consumo diario de alimento (CDA) e índice de conversión alimenticia (ICA); sin embargo, en la etapa de finalización aumentó la ganancia diaria de peso (GDP) comparado con el grupo control.
- La aplicación del suplemento gluconeogénico disminuyó el espesor de grasa dorsal, incrementó el área del lomo y el porcentaje de carne magra, sin afectar el rendimiento en canal caliente.
- Los costos de la alimentación fueron similares para los tratamientos; la utilidad y la rentabilidad de la inclusión de Lipofeed® en el estudio fueron mejores comparado con el grupo control.

5. RECOMENDACIONES

- Implementar el uso del suplemento gluconeogénico Lipofeed® en la granja Porcina Zamorano, con el fin de evitar riesgos de un mal manejo de fuentes lipídicas en la planta de procesamientos de concentrados.
- Evaluar la utilización del suplemento Lipofeed® en dietas de cerdos, desde el destete hasta cosecha, para que puedan generar diferentes resultados que las medias de los parámetros de granja y de procesamiento en planta.

6. LITERATURA CITADA

- Boler DD, Fernandez-Duenas DM, Kutzler LW, Zhao J, Harrell RJ, Campion DR, McKeith FK, Killefer J, Dilger AC. 2012. Effects of oxidized corn oil and a synthetic antioxidant blend on performance, oxidative status of tissues, and fresh meat quality in finishing barrows. *J Anim Sci.* 90(13):5159–5169. eng. doi:10.2527/jas.2012-5266.
- Campabadal C. 2009. Guía Técnica para Alimentación [internet]. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica; [Consultado 2018 junio 15]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- DeRouchey JM, Hancock JD, Hines RH, Maloney CA, Lee DJ, Cao H, Dean DW, Park JS. 2004. Effects of rancidity and free fatty acids in choice white grease on growth performance and nutrient digestibility in weanling pigs. *J Anim Sci.* 82(10):2937–2944. eng. doi:10.2527/2004.82102937x.
- Dorado Montenegro S. 2014. Efecto de la inclusión del precursor gluconeogénico Lipofeed® en la dieta de cerdos en las etapas de Fase 3 e Inicio sobre los parámetros de ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo [Tesis]. Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio-Costa Rica. 20 p.
- FAO (Food and Agricultural Organization) 2012. Producción pecuaria en América Latina y el Caribe [internet]. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe; [Consultado 2017 junio 13]. <http://www.fao.org/americas/perspectivas/produccion-pecuaria/es/>
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) 2016. Panorama agroalimentario de carne de cerdo [internet]. México: Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial; [Consultado 2017 junio 20]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200634/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_Cerdo_2016.pdf
- Herrera H. 2016a. Suplemento energético para nutrición animal Lipofeed® [internet]. México: PREPEC; [Consultado 2017 junio 20]. <http://www.prepec.com.mx/espanol/lipofeed-ficha-tecnica.pdf>
- Herrera H. 2016b. Sustratos gluconeogénicos y energía en la nutrición porcina. Los Porcicultores y su entorno. [internet]. México; [Consultado 2017 junio 13].

- (110):21-23. <http://bmeditores.mx/wp-content/uploads/2016/04/porcicultores-110.pdf>
- Illescas JL, Ferrer S, Bacho O. 2012. Porcino: Guía práctica. 1ª ed. Madrid: Mercasa. ISBN: 978-84-6159185-5.
- Medeles Orozco RJ, inventor. 2009. Suplemento energético para nutrición animal. Google Patents WO2009093887A1.
- Medeles Orozco RJ, Ayala Oseguera J, Herrera Gutierrez H. 2016. Comportamiento Productivo de Cerdos en Iniciación-Finalización Sustituyendo el 100% de Aceite Vegetal por Lipofeed® en la Ración. Los porcicultores y su entorno. [internet]. México; [Consultado 2018 junio 15]. (109):152-157. https://issuu.com/concienciaveterinaria/docs/porcicultores_109_baja
- Miar Y, Plastow GS, Moore SS, Manafiazar G, Charagu P, Kemp RA, van Haandel B, Huisman AE, Zhang CY, McKay RM, *et al.* 2014. Genetic and phenotypic parameters for carcass and meat quality traits in commercial crossbred pigs. J Anim Sci. 92(7):2869–2884. eng. doi:10.2527/jas.2014-7685.
- Paulino J. 2017. Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización. República Dominicana: Engormix; [Consultado 2017 junio 15]. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/nutricion-cerdos-crecimiento-finalizacion-t40548.htm>
- Pelaez J, Everton D, Palestro L, Colucci R. 2015. La Nutrición y Alimentación en Crecimiento y Terminación, para Maximizar la Productividad y Rentabilidad del Cerdo. V CAENA. Engormix; [Consultado 2017 junio 13]. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/nutricion-alimentacion-crecimiento-terminacion-t32544.htm>
- SAS® (Statistical Analysis Institute Inc). 2013. Statistical Analysis System 9.4 for Windows Standard version users Guide.
- Shurson GC, Kerr BJ, Hanson AR. 2015. Evaluating the quality of feed fats and oils and their effects on pig growth performance. J Anim Sci Biotechnol. 6(1):10. eng. doi:10.1186/s4010