

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ZOOTECNIA

“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.”

SEBASTIÁN DORADO MONTENEGRO

Proyecto presentado para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2014

Esta tesis fue aprobada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.

TRIBUNAL EXAMINADOR

M.B.A. Mauricio Maroto Hernández

Director de tesis

Ph. D. Catalina Salas Durán

Miembro del Tribunal

M.G.P. Oscar Cambroner Castro

Miembro del Tribunal

M.Sc. Augusto Rojas Bourrillón

Miembro del Tribunal

M.Sc. Jorge Sánchez González

Director de Escuela

Bach. Sebastián Dorado Montenegro

Sustentante

DEDICATORIA

A mi madre Flory Montenegro Araya y a mi padre Mario Dorado Quesada, por el apoyo incondicional que siempre me han brindado y de la manera más transparente. Han sido sus palabras y consejos lo que me han guiado a tomar las mejores decisiones en mi vida. Son el mejor ejemplo de cómo por medio del trabajo y dedicación, se logra triunfar en las metas propuestas. Los amo.

A mis hermanos y demás familiares, por ser la base del mundo en el que me desenvuelvo.

A mis compañeros y amigos, GRACIAS.

A mis hermanos amigos que fui recogiendo en el camino, por ser ejemplos a seguir y fortalecer mis convicciones de que todavía existe mucha gente buena en el mundo y que el amor es el motor del día a día.

AGRADECIMIENTOS

Siempre voy a estar agradecido con mis padres y familia que me han apoyado, así como respaldado, para obtener una educación de calidad que me sirva de herramienta para enfrentar la vida.

Agradezco eternamente a todos los profesores que compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias. Gracias por ser en muchos casos, los ejemplos a seguir y sobre todo por creer en mí.

Agradezco especialmente a Agueda Serrano por el gran apoyo durante toda mi vida universitaria y por sus lecciones cotidianas de vida.

A Oscar Cambroner, Catalina Salas, Augusto Rojas y al director de tesis Mauricio Maroto por apoyarme y aconsejarme de la manera más desinteresada durante este proceso.

ÍNDICE

TRIBUNAL EXAMINADOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
MATERIALES Y MÉTODO	11
1. Ubicación del Experimento	11
2. Procedimiento general.....	11
3. Tratamientos	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
LITERATURA CITADA.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Reacciones y enzimas involucradas en el Ciclo de Krebs.	5
2	Requerimientos nutricionales de diferentes etapas productivas en cerdos comerciales.	7
3	Valores energéticos de diferentes ingredientes utilizados como fuentes de energía en la industria de alimentos balanceados.	8
4	Niveles porcentuales de inclusión, de los ingredientes utilizados en la formulación de los alimentos empleados en las etapas Fase 3 e Inicio.	13
5	Simulación del análisis nutricional para las dietas utilizadas en las dos fases de experimentación.	14
6	Aporte energético que brindan el Aceite crudo de soya, el Lipofeed®, el Maiz y la harina de soya a las dietas en estudio.	15
7	Resultado del análisis químico de proximales para las dietas utilizadas en Fase 3.	18
8	Resultado del análisis químico de proximales para las dietas utilizadas en Inicio.	19
9	Resultados obtenidos durante la fase de experimentación para el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia en las etapas productivas Fase 3, Inicio y su acumulado.	20
10	Análisis del costo de producción y utilización de las tres dietas estudiadas en el experimento para las Etapas Fase 3 e Inicio.	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Método de identificación de tratamientos y control de errores.	12
2	Pesaje de los cerdos al finalizar etapa experimental.	12
3	Comparación física de las dietas utilizadas en el experimento.	17
4	Comportamiento de la Ganancia de peso promedio de cerdos en Fase 3 con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.	22
5	Comportamiento de la Ganancia de peso promedio de cerdos en la etapa Inicio con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.	23
6	Comportamiento de la Conversión Alimenticia de cerdos en Fase 3 con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.	24
7	Comportamiento de la Conversión Alimenticia de cerdos en Inicio con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.	24

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la sustitución de aceite de soya por el precursor gluconeogénico Lipofeed® en el alimento balanceado para cerdos en las etapas de Fase 3 e Inicio sobre los parámetros de ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo. La muestra experimental estuvo conformada por 120 cerdos, 60 machos y 60 hembras, con una edad de 42 días; los cuales se aleatorizaron y distribuyeron en 12 corrales de 10 animales cada uno (5 hembras y 5 machos). Se utilizaron 3 tratamientos y 4 repeticiones por tratamientos. Se sustituyó el aceite de soya por el precursor gluconeogénico en un 50% y 100% manteniendo una relación 10:1 (aceite de soya: Lipofeed®) como recomienda el fabricante, además del control sin sustitución. Al analizar estadísticamente los datos, se determinó que en la Fase 3 no hubo diferencia significativa en el consumo alimenticio. No obstante, para la variable ganancia de peso, el p-valor fue 0,0559 por lo que se podría considerar la presencia de una diferencia significativa entre el tratamiento I y II pero no con el control; siendo el tratamiento I el de mayor ganancia de peso, seguido del control y por último el tratamiento 2. Este parámetro productivo presentó un comportamiento lineal en sus medias. Con respecto a la conversión alimenticia, se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el tratamiento II y los tratamientos I y control, reportando el control la conversión más baja y el tratamiento II la más alta. Se denota una tendencia cuadrática de las medias en estudio. Para la etapa productiva Inicio, de igual modo no hubo diferencia significativa en el consumo alimenticio, no siendo así para la ganancia de peso que muestra una diferencia entre el tratamiento II y los otros tratamientos, siendo el tratamiento II el que reporta una menor ganancia de peso ($p < 0,05$). Se detecta un comportamiento lineal decreciente de los resultados conseguidos. La conversión alimenticia en este periodo, muestra que no hay diferencia con significancia entre el tratamiento I y el control, sin embargo el tratamiento II presenta el valor más bajo con una diferencia significativa de p-valor =0,0061. En este caso, se consigue un

comportamiento lineal creciente de las medias. Los valores acumulados del consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, no presentaron diferencias estadísticas significativas. El efecto acumulativo de los valores es el responsable de esto, aunque en las etapas productivas por separado si existen algunas diferencias. Se determina entonces, productivamente hablando, que la utilización del precursor gluconeogénico no presenta una mejoría en cuanto al consumo de alimento, ganancia de peso ni en la conversión alimenticia si se compara con la dieta control que utiliza únicamente aceite de soya, para las etapas Fase 3 e Inicio. También, se comprueba que la sustitución total del aceite de soya por el producto comercial Lipofeed[®], perjudica los niveles de ganancia de peso y por ende la conversión alimenticia en las etapas Fase 3 e Inicio. Desde un punto de vista económico, tampoco representa una mejoría en la eficiencia del sistema de alimentación sobre el convencional, por lo que se concluye que no se perfila como una materia prima atractiva para disminuir costos de producción.

INTRODUCCIÓN

En la nutrición animal, una de las mayores preocupaciones es alcanzar la suplementación adecuada de energía (calorías) en la dieta de los animales. Esto debido a la estrecha relación que tiene la energía con el desempeño productivo del animal; su restricción o desbalance en las raciones, es la principal causa del bajo crecimiento y ganancia de peso, poca producción y pobre reproducción en los animales (Patience 2011).

En la alimentación animal tradicional, son las grasas y los aceites animales o vegetales, los productos mayormente utilizados como fuentes formadoras de glucosa y glucógeno. No obstante, existen también otros compuestos no glucídicos productos del metabolismo de los carbohidratos y proteínas, que al igual que los lípidos, forman una nueva fuente de glucosa. El proceso bioquímico responsable de estas formaciones se denomina gluconeogénesis. Los compuestos que participan en esta actividad metabólica son propionatos, lactatos, glicoles y aminoácidos glucoformadores (King 2013).

El suplemento energético para nutrición animal comercializado bajo la marca registrada LIPOFEED® es un producto novedoso, creado en México, que presenta una alternativa de suplementación para la obtención de glucosa en el organismo a partir de los precursores gluconeogénicos mencionados anteriormente. Su formulación está basada a partir de 1-2 propanodiol (propilenglicol) y propionatos de sodio o calcio.

Según investigaciones de sus creadores, este producto genera hasta diez veces más energía que los aceites y las grasas tradicionalmente usadas. Esto debido a que cumple una función de acelerador del ciclo del ácido tricarboxílico (Ciclo de Krebs), en las células hepáticas (principalmente), y a su vez activa la vía aerobia del metabolismo de los carbohidratos, llamada gluconeogénesis. De este modo se logra obtener 36 moléculas de ATP por mol de glucosa, a diferencia de las dos

moléculas de ATP que se obtienen por la vía anaerobia ó glucólisis (Ficha técnica Lipofeed®).

Es de gran importancia adquirir datos fidedignos relacionados al desempeño productivo animal al utilizar el suplemento energético para nutrición animal LIPOFEED®. El hecho de obtener datos contundentes sobre los beneficios de la utilización del producto podría impulsar una nueva tendencia en las técnicas tradicionales de suplementación energética utilizadas hasta hoy.

OBJETIVOS

a. General:

1. Evaluar el efecto sustitutivo del precursor gluconeogénico Lipofeed® como fuente energética de las raciones de cerdos en los periodos productivos Fase 3 e Inicio.

b. Específicos:

1. Comparar la ganancia de peso obtenida por los animales al someterse a una dieta que contiene únicamente aceite de soya, otra con aceite de soya y Lipofeed® y otra únicamente con Lipofeed® como fuentes energéticas principales.
2. Estimar el consumo alimenticio de los cerdos en las etapas productivas Fase 3 e Inicio según las dietas ofrecidas.
3. Contrastar la conversión alimenticia que se presenta al utilizar el producto Lipofeed® en dos diferentes niveles de inclusión, con la dieta control.
4. Analizar el costo/beneficio de la utilización del precursor gluconeogénico en dietas para cerdos en las etapas productivas de Fase 3 e Inicio.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La alimentación en las explotaciones porcinas.

Llevar a cabo una alimentación estratégica y eficiente en una granja porcina, representa no solo una mejora en los rendimientos productivos, sino también en la rentabilidad del negocio. Cabe recordar que este rubro representa de un 80 a un 85% de los costos totales de producción, siendo la energía el componente más caro de la dieta (Campabadal 2009). Esta afirmación, respalda la necesidad de buscar métodos alternativos de alimentación.

Conocimiento actual

Nutricionalmente hablando, la energía representa la fuerza que permite que todos los nutrientes presentes en el alimento, se utilicen eficientemente. Ciertamente, si la energía se ve limitada, aún si todos los otros nutrientes se proporcionan a nivel correcto, el animal no puede desempeñarse a cabalidad según su potencial genético para el crecimiento y la reproducción (Close y Cole 2004).

Las necesidades de energía en un animal, pueden alcanzarse suministrando proteína, carbohidratos (almidón o fibra) o grasas a través de la dieta, ya que todos proporcionan energía. Es por esto, que cubrir estas necesidades resulta más complejo que en el caso de los otros nutrientes.

En el caso de los cerdos, estos hacen uso de la proteína, el almidón, la fibra y las grasas con distinta eficiencia. Mientras la grasa se comporta como una fuente muy eficiente de energía, la proteína y la fibra no reflejan la misma eficacia; el almidón se encuentra como una fuente intermedia (Patience 2011).

Como bien lo explica este autor, el uso de una materia prima como fuente de energía poco tiene que ver con la digestibilidad. Ingredientes muy digestibles pueden tener bajos niveles de grasa y altos de proteína o viceversa. La diferencia en su uso como fuente de energía, va a depender del incremento de calor que

generan al utilizarse. Este calor refleja la energía que se necesita para transformar la energía absorbida en una forma más fácilmente utilizable por los animales.

Las grasas representan una excelente fuente de energía por ser el nutriente que genera menor calor metabólico, siendo la mejor opción en los periodos de altas temperaturas ambientales como compensación de la disminución del consumo del animal (Pochon et al. 2012).

Además, se ha demostrado que la adición de 1 a 5% de grasa en la dieta de cerdos en crecimiento y engorde, mejora la conversión alimenticia y la ganancia de peso diaria, sin afectar la calidad de la canal (Pochon et al. 2012).

Aporte de las grasas a la energía

Los ácidos grasos se almacenan en el tejido adiposo en forma de triglicéridos. Estos son una forma ideal de almacenamiento de energía para los animales. Son moléculas reducidas, lo que significa que son una fuente energética concentrada. Alberts et al. (2008), exponen que pueden producir hasta seis veces la energía de la glucosa, en comparación con el peso molecular.

Las grasas, sin embargo, presentan desventajas metabólicas: no son solubles en agua y los ácidos grasos no pueden convertirse en glucosa; los ácidos grasos si pueden convertirse en cuerpos cetónicos (Cunningham y Klein. 2009).

King (2013), explica que cuando se da la oxidación de los ácidos grasos, se produce gran cantidad de energía en moles, no obstante, los carbonos de estas moléculas no pueden utilizarse para la síntesis de glucosa. Es la unidad de dos carbonos de acetil-CoA, que se deriva de la β -oxidación de los ácidos grasos, quién puede incorporarse en el Ciclo de Krebs, sufriendo la pérdida de los 2 carbonos como CO₂, afirmando por qué los ácidos grasos no sufren una conversión neta a carbohidratos.

Relación Glucólisis – Gluconeogénesis

La ruta Embden-Meyerhof o glucólisis, es el proceso metabólico más importante por el que la glucosa es utilizada por el organismo como combustible por medio de su oxidación (Cunningham y Klein 2009). Este proceso lleva directamente al Ciclo de Krebs, mecanismo en el cual se produce la oxidación completa de los combustibles y de mayor importancia para la producción de energía del organismo. En condiciones aerobias, el piruvato producido por la glucólisis se oxida aún más y forma dióxido de carbono y agua como productos finales. Primero, el piruvato se oxida a una molécula de dióxido de carbono y un grupo acetilo, el cual se enlaza con un intermediario, la coenzima A (CoA). La acetil-CoA entra al Ciclo del Ácido Cítrico (Campbell y Farrel 2004).

Como se puede observar en el Cuadro 1, en el Ciclo de Krebs participan una serie de enzimas encargadas de ir modificando las estructuras orgánicas intermedias, liberando energía durante el proceso.

Cuadro 1. Reacciones y enzimas involucradas en el Ciclo de Krebs.

Paso	Reacción	Enzima
1	Acetil-CoA + Oxaloacetato + H ₂ O → Citrato + CoA-SH	Citrato sintasa
2	Citrato → Isocitrato	Aconitasa
3	Isocitrato + NAD ⁺ → α-cetoglutarato + NADH + CO ₂ + H ⁺	Isocitrato deshidrogenasa
4	α-cetoglutarato + NAD ⁺ + CoA-SH → Succinil-CoA + NADH + CO ₂ + H ⁺	α-cetoglutarato deshidrogenasa
5	Succinil-CoA + GDP + P _i → Succinato + GTP + CoA-SH	Succinil-CoA sintetasa
6	Succinato + FAD → Fumarato + FADH ₂	Succinato deshidrogenasa
7	Fumarato + H ₂ O → L-Malato	Fumarasa
8	L-Malato + NAD ⁺ → Oxaloacetato + NADH + H ⁺	Malato deshidrogenasa

Fuente: Modificado de Campbell y Farrel 2004.

Como reacción general de todo el ciclo, se podría decir que:



De este modo, es más sencillo observar que a partir de un piruvato se producen cuatro moléculas de NADH (2.5ATP por cada NADH), un FADH₂ (1,5 ATP por cada FADH₂) y un GTP, equivalente a un ATP. Esta sumatoria demuestra que se da la producción de 12,5 ATP por piruvato o 25 ATP por molécula de glucosa. Adicionalmente, a esta cantidad se le suman dos ATP producidos durante la glucólisis por molécula de glucosa y dos NADH, equivalentes a cinco ATP. La producción final, luego de la glucólisis y el Ciclo de Krebs, es de 32 ATP (Campbell y Farrel 2004).

Es importante, tener siempre presente que en la homeostasis de los combustibles orgánicos, la glucólisis es totalmente reversible; con los productos finales de la glucólisis, se puede producir glucosa y del mismo modo, con cualquiera de los productos internos del Ciclo de Krebs. Este proceso se conoce como gluconeogénesis y se lleva a cabo en el hígado y, en menor grado, en el riñón (Cunningham y Klein 2009).

La producción de glucosa a partir de los esqueletos de carbono de piruvato, lactato, glicerol y aminoácidos, es necesaria para el uso como fuente de energía por el cerebro, testículos, eritrocitos, y médula renal, pues esta molécula es la única fuente de energía para estos órganos (King 2013). El lactato se produce principalmente en el músculo esquelético y en los eritrocitos durante la fermentación láctica, el piruvato se genera de la glucólisis, los aminoácidos provienen de la dieta o de la degradación de la proteína muscular y el glicerol se deriva del catabolismo de las grasas (Fornaguera 2011).

Pérez et al. (2012) hace referencia a que se produce gluconeogénesis cuando hay presencia de sustratos de alta concentración o cuando existe poca glucólisis. En otras palabras, la composición dietética, el tamaño de la ración de alimento y la hora en la que se come, pueden impactar la regulación circadiana del control metabólico.

Requerimientos nutricionales de los cerdos

Las tablas de requerimientos nutricionales muestran las cantidades de alimento y nutrientes específicos que se deben proveer a las diferentes especies animales según el propósito buscado, tal como crecimiento, engorde, reproducción, lactancia o trabajo (Maynard et al. 1989). Estas sirven como una guía en la alimentación de animales para estimar adecuadamente la ingesta de ingredientes de los alimentos. En el Cuadro 2 se puede observar los requerimientos de energía metabólica, consumo de alimento y ganancia diaria de peso para cerdos, en rangos de peso que representan las etapas productivas Fase 3 (11-25kg) e Inicio (25-50kg).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales de diferentes etapas productivas en cerdos comerciales.

Item	Rangos de peso corporal (Kg)	
	11-25	25-50
EM contenida en dieta (kcal/kg)	3350	3300
Consumo de alimento + desperdicio (g/día)	953	1582
Ganancia de peso (g/día)	585	758

Fuente: NRC, 2012.

En la formulación tradicional, la utilización de las grasas responde a la necesidad de aumentar los niveles de energía en la dieta, así como dar algunas características de textura y nutricionales al alimento (Mateos et al. 2012).

En la valoración energética de las grasas el factor clave a considerar es su digestibilidad, que depende fundamentalmente de su capacidad de solubilización y de formación de micelas en el intestino. En monogástricos, los cuatro factores claves que determinan el valor energético de una grasa son: 1) el contenido en energía bruta, 2) el porcentaje de triglicéridos vs ácidos grasos libres, 3) el grado de insaturación de estos ácidos grasos y 4) la longitud de cadena de los mismos (Mateos et al. 1996).

Nutricionalmente hablando, las grasas y aceites empleados en la industria costarricense para la producción de alimentos balanceados, presentan diferentes valores de energía según su procedencia y método de extracción (Mata 2011). Como se puede observar en el Cuadro 3, los valores de energía reportados en la matriz del suplemento energético para nutrición animal Lipofeed® son mucho mayores que los valores de energía de las materias primas energéticas tradicionales, alcanzando en algunos casos una relación 10:1.

Cuadro 3. Valores energéticos de diferentes ingredientes utilizados como fuentes de energía en la industria de alimentos balanceados.

Ingrediente	Energía Metabolizable Kcal/kg
Aceite de coquito de palma africana	11.105,5
Aceite de freidor de residuos de restaurante	10.607,9
Aceite hidrolizado de palma africana	8.902,7
Aceite de Soya	7.216
Lipofeed®	77.500

Fuente: Modificado de Mata (2011), Ficha técnica Lipofeed®, Rojas¹ (2013).

Uso del propilenglicol

El propilenglicol es un hidrato de carbono [CH₃CH(OH)CH₂OH] producido comercialmente a partir de propileno y el carbonato. Dentro de sus funciones destacables se puede mencionar: precursor de glucosa, aglutinante de polvo para alimentación animal y antiespumante (Bavera 2007).

Este componente controla por medio de la liberación de insulina, la inhibición de la movilización de grasa al tejido adiposo, y al ser un precursor de la gluconeogénesis a nivel hepático, ayuda a reducir el balance energético negativo en el organismo (Bavera 2007).

¹ Rojas A. 2013. Comunicación personal. Escuela de Zootecnia. Universidad de costa Rica. Costa Rica

Parámetros productivos importantes en explotaciones porcinas

Para cualquier productor de cerdos, conocer y mejorar todos los parámetros productivos de importancia económica de su granja representa la clave de su eficiencia productiva. Según Campabadal (2009) en la producción de cerdos comerciales, las variables más importantes son el consumo de alimento, la ganancia de peso diario, la conversión alimenticia, el tiempo para alcanzar el peso a mercado y las características de la canal.

La conversión alimenticia es utilizada para determinar la eficiencia con que un alimento está siendo utilizado por el animal. En otras palabras, se puede definir como la cantidad de alimento demandada para producir una unidad de ganancia de peso. Este parámetro se obtiene al dividir el consumo de alimento entre la ganancia de peso, ambos utilizando la misma unidad (Cambabadal 2009).

Experiencias registradas con el precursor gluconeogénico Lipofeed®

Actualmente se encuentran disponibles en línea, los resultados de ciertas pruebas de campo realizadas por casas comerciales, como la empresa productora del precursor gluconeogénico Lipofeed®. Estos ensayos reportan en su totalidad, resultados contundentes sobre las bondades y beneficios que aporta el producto. Las mismas han sido realizadas en bovinos para producción de carne, bovinos para producción de leche, pollos de engorde, ovinos y cerdos en diferentes etapas productivas.

No obstante, al analizar las pruebas encontradas, es notable que algunas de estas solo presentan los resultados obtenidos por un nivel de inclusión del producto en estudio sin un resultado control que se pueda utilizar como referencia a comparar. También se denota una falta de respaldo estadístico para corroborar si efectivamente se pueden considerar como positivos los datos conseguidos durante las pruebas.

Por otro lado, López y Ramírez (2012) en su investigación dirigida desarrollada en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola

Panamericana de Tegucigalpa en Honduras, exponen que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre la adición de Lipofeed® sustituyendo el equivalente energético de un 50% del aceite de la dieta y el tratamiento control con respecto al peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia de peso y mortalidad en pollos de engorde. Cabe mencionar que en esta prueba se utilizaron 3.136 aves.

Debido a que existe poca información científica documentada, tanto para producción de cerdos como otras especies, es necesario realizar investigación a nivel local para validar la información disponible. Por eso surge la propuesta del presente trabajo de investigación para obtener resultados de la utilización de Lipofeed® en cerdos de engorde en condiciones tropicales.

MATERIALES Y MÉTODO

1. Ubicación del Experimento

La presente investigación se llevó a cabo en los corrales experimentales de la Granja Porcina Toledo. La misma, se encuentra ubicada en Linda Vista de Guápiles, Provincia de Limón a una latitud 10°12'56"N y longitud 83°47'32"O. Presenta una altura de 262 msnm, con una temperatura anual que oscila entre 31,5°C y 21,5°C.

Los corrales utilizados son exclusivos para la realización de pruebas de campo, por lo que su estado sanitario es óptimo y son constantemente monitoreados. Estos albergaron únicamente los animales en estudio durante toda la fase experimental, estando equipados con comederos plásticos tipo tolva de doble lado para los cerdos de Fase 3, con comederos tubulares para los animales en la fase de Inicio y bebederos automáticos de niple. Dichos corrales poseen un área de 11,44m² (2,2m x 5,2m).

2. Procedimiento general

Se seleccionaron 120 animales (60 hembras y 60 machos) de la línea genética Newsham, ahora Choice Genetics, todos con una edad de 42 días. Estos fueron pesados y aleatorizados, colocándose 10 por cada uno de los doce corrales experimentales. En cada corral se encontraban 5 machos y 5 hembras. De igual modo, se aleatorizaron los números de los corrales para determinar cuál tratamientos iban a recibir.

Para cada uno de los tratamientos, se eligió un color de identificación con el objetivo de evitar errores. Tanto los sacos de alimento como los corrales, fueron marcados con el color verde para el tratamiento control, con el color azul para el tratamiento I y con el color rojo para el tratamiento II (Figura 1).



Figura 1. Método de identificación de tratamientos y control de errores.

Una vez establecidos los cerdos en los apartos, se inició con la alimentación correspondiente anotando en la ficha de cada corral, la fecha, el número asignado al saco de concentrado, el peso del mismo y el nombre del operador responsable.

A los 56 días de edad y finalizada la alimentación de la Fase 3, se procedió a medir el peso de los animales y del alimento sobrante en los comederos. Este fue removido y se introdujo la alimentación correspondiente a la etapa Inicio. Igualmente se mantuvo la labor de anotar toda la información necesaria en las fichas de identificación de los corrales.

Al concluir el tiempo de la etapa Inicio, nuevamente se tomaron los pesos de los cerdos y del alimento sobrante, manteniendo siempre la distinción del corral que provenían (Figura 2).



Figura 2. Pesaje de los cerdos al finalizar etapa experimental.

3. Tratamientos

Los tratamientos a evaluar se muestran en el Cuadro 4. Para el tratamiento 1 la sustitución de aceite de soya por el producto comercial Lipofeed® se dio en un 50% manteniendo en la fracción de sustitución la relación 1:10 Lipofeed®: aceite de soya. En el tratamiento 2 se reemplazó en un 100% el aceite por el suplemento energético para alimentación animal anteriormente mencionado; por último, se utilizó un tratamiento control en el cuál se presentaba únicamente, en su formulación, el aceite de soya como fuente energética principal.

Cuadro 4. Niveles porcentuales de inclusión, de los ingredientes utilizados en la formulación de los alimentos empleados en las etapas Fase 3 e Inicio.

Ingredientes	Fase 3			Inicio		
	Control	Tratamiento I	Tratamiento II	Control	Tratamiento I	Tratamiento II
Maíz	58,29	59,91	61,53	61,63	63,40	65,20
Harina de Soya	33,82	33,82	33,82	30,43	30,43	30,43
Aceite crudo de soya	3,60	1,80	0,00	3,98	2,00	0,00
Lipofeed	0,00	0,18	0,36	0,00	0,20	0,40
CaCO ₃	0,36	0,36	0,36	0,57	0,57	0,57
Sal cruda	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40
Núcleo F3	3,48	3,48	3,48	0,00	0,00	0,00
Núcleo Inicio	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	3,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,01	100,00	100,00

Por medio del programa computacional Brill Formulation®, se realizó una simulación de las dietas con el objetivo de analizar los aportes nutricionales aproximados que dichas dietas iban a brindar. Cabe destacar que para ello se utilizó una fórmula comercial del núcleo vitamínico-mineral distinta a la que se manejó en el experimento. Como se puede observar en el Cuadro 5, los valores de nutrientes son similares dentro de las mismas etapas productivas,

presentándose las mayores diferencias en los niveles de grasa como es de esperar.

Cuadro 5. Simulación del análisis nutricional para las dietas utilizadas en las dos fases de experimentación.

Nutrientes	Fase 3			Inicio		
	Control	T I	T II	Control	T I	T II
Proteína cruda	22,07	22,20	22,32	20,47	20,61	20,75
Metionina	0,47	0,47	0,47	0,43	0,43	0,43
Met + Cist	0,82	0,83	0,83	0,76	0,77	0,77
Lisina	1,53	1,54	1,54	1,37	1,38	1,38
Grasa	6,51	4,79	3,07	6,94	5,04	3,13
Fibra	2,12	2,16	2,19	2,12	2,16	2,20
Calcio	0,73	0,74	0,74	0,72	0,72	0,72
P - Disp	0,69	0,69	0,69	0,59	0,59	0,59
ED cerdos Kcal/kg	3588,20	3633,40	3678,60	3610,00	3661,20	3711,40
EM cerdos Kcal/kg	3085,85	3124,72	3163,60	3104,60	3148,63	3191,80

En cuanto al aporte de energía metabolizable, se obtuvieron valores entre las 3000 y 3200 Kcal/kg para las dos etapas, esto debido a que se respetó la recomendación de los creadores del producto en estudio de sustituir el aceite de soya por el precursor gluconeogénico manteniendo una relación 10:1 (aceite de soya: Lipofeed®)

Además, como se reporta en el Cuadro 6, al emplear únicamente el Lipofeed® el aporte energético conseguido es mayor que al utilizar el aceite de soya como única fuente principal de energía. En el caso de los tratamientos I en ambas etapas productivas, los valores de energía conseguidos son intermedios entre el control y el tratamiento II.

Por otro lado, el maíz amarillo molido ofrece la mayor cantidad de energía a la dieta, seguido de la harina de soya.

Cuadro 6. Aporte energético que brindan el Aceite crudo de soya, el Lipofeed®, el Maíz y la harina de soya a las dietas en estudio.

Cuantificaciones	Fase 3			Inicio		
	Control	T I	T II	Control	T I	T II
Aceite crudo de soya						
% inclusión en dieta	3,600	1,800	-	3,980	2,000	-
kg aceite / kg alimento	0,036	0,018	-	0,040	0,020	-
kcal EM	259,776	129,888	-	287,197	144,320	-
Lipofeed®						
% inclusión en dieta	-	0,180	0,360	-	0,200	0,400
Kg producto / kg alimento	-	0,002	0,004	-	0,002	0,004
kcal EM	-	139,500	279,000	-	155,000	310,000
Maíz amarillo molido						
% inclusión en dieta	58,29	59,91	61,53	61,63	63,40	65,20
Kg maíz / kg alimento	0,583	0,599	0,615	0,616	0,634	0,652
kcal EM	1.771,154	1.819,762	1.868,370	1.871,408	1.926,092	1.980,776
Harina de soya						
% inclusión en dieta	33,82	33,82	33,82	30,43	30,43	30,43
Kg soya / kg alimento	0,338	0,338	0,338	0,304	0,304	0,304
kcal EM	1.106,612	1.106,612	1.106,612	995,296	995,296	995,296
Total kcal EM	3,011.468	3.195,762	3.253,982	3.153,901	3.220,708	3286,072

Variables a evaluar:

- Ganancia de pesos (en las dos etapas productivas) (kg/animal/etapa)
- Consumo alimenticio (kg/animal/etapa)
- Conversión alimenticia (kg alimento consumido/kg peso ganado)

Unidad Experimental

- Cada corral con una población de 10 animales para un total de 4 corrales por tratamiento.

Descripción del análisis de varianza

Para cada variable a evaluar, se realizó un análisis de varianza por separado. Bajo el modelo estadístico irrestricto al azar, se destinaron los tratamientos a los doce corrales (unidad experimental), se tomó el peso inicial de todos los animales y se distribuyeron según estos valores, de modo que se minimizaron los errores.

Modelo estadístico del diseño Irrestricto al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad i=1,2,\dots,t \quad j=1,2,\dots,r \quad \text{donde,}$$

Y_{ij} es la observación de la j -ésima unidad experimental,

μ es la media poblacional,

T_i es el efecto de i -ésimo tratamiento,

ε_{ij} es el error experimental de la unidad ij .

Descripción del análisis a realizar para aquellas fuentes de variación que resultaron significativas.

A cada una de las variables a evaluar que presentaron diferencias significativas en sus medias, se analizó con una prueba Duncan. Además, se analizó si presentaban un comportamiento lineal o cuadrático.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al iniciar las dos etapas de experimentación (Fase 3 e Inicio), se realizaron muestreos del alimento utilizado para comparar sus características físicas (Figura 3). Como era de esperar, el aceite de soya proporcionó una coloración más oscura e intensa al alimento, además de reducirle la polvosidad. También, se pudo apreciar que al sustituir el aceite por el producto en estudio, se percibía un aumento de un olor dulcete muy agradable en el alimento concentrado.



Figura 3. Comparación física de las dietas utilizadas en el experimento.

Así mismo, las muestras de alimento fueron sometidas a un análisis químico proximal como un método de respaldo para garantizar los valores nutricionales del alimento concentrado.

Como se refleja en el Cuadro 7, las mayores diferencias en los valores porcentuales para las dietas de la Fase 3 se presentan en los niveles de grasa cruda; aunque los niveles de proteína cruda presentan variaciones, estas no son tan distintas como en los niveles de grasa antes mencionados.

Cuadro 7. Resultado del análisis químico de proximales para las dietas utilizadas en Fase 3.

Parámetro	Tratamientos		
	Control	Tratamiento I	Tratamiento II
Humedad	12,8%	12,9%	13,1%
Materia Seca	87,2%	87,1%	86,9%
*Proteína cruda	25,1%	24,5%	24,4%
*Grasa cruda	6,7%	5,1%	3,0%
*Fibra cruda	3,0%	3,0%	2,8%
*Calcio	0,8%	0,8%	0,9%
*Fósforo	0,7%	0,7%	0,7%

*Valores presentados según la materia seca.

Con respecto a las dietas empleadas en la fase de Inicio, se puede distinguir en el Cuadro 8, que las mayores diferencias entre ellas también se presentan en el porcentaje de grasa cruda. Los valores disminuyen conforme aumenta el nivel de inclusión del suplemento de precursores gluconeogénicos, pasando de un valor inicial de 7,7% de grasa para el control, a un 5,4% en el tratamiento I y finalizando en un 3,1% reportado para el tratamiento II.

Cuadro 8. Resultado del análisis químico de proximales para las dietas utilizadas en Inicio.

Parámetro	Tratamientos		
	Control	Tratamiento I	Tratamiento II
Humedad	12,6%	12,3%	12,7%
Materia Seca	87,4%	87,7%	87,3%
*Proteína cruda	22,0%	22,3%	22,8%
*Grasa cruda	7,7%	5,4%	3,1%
*Fibra cruda	3,8%	3,8%	3,7%
*Calcio	0,8%	0,8%	0,7%
*Fósforo	0,7%	0,7%	0,6%

*Valores presentados según la materia seca.

Una vez obtenidas todas las mediciones y valores de la etapa experimental, se procedió a realizar el análisis estadístico de los mismos. Como se muestra en el Cuadro 9, se analizó por separado cada uno de los parámetros productivos para la Fase 3 y el Inicio, así como para el acumulado de estas etapas.

Cuadro 9. Resultados obtenidos durante la fase de experimentación para el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia en las etapas productivas Fase 3, Inicio y su acumulado.

Tratamientos	Etapas productivas								
	Fase 3			Inicio			Acumulado		
	Consumo kg	GP kg	C.A.	Consumo kg	GP kg	C.A.	Consumo kg	GP kg	C.A.
Control (0%)	12,94	8,19 ^{AB}	1,58 ^B	44,67	23,63 ^A	1,89 ^B	57,61	30,64	1,88
Tratamiento I (50%)	13,17	8,31 ^A	1,59 ^B	45,30	23,13 ^A	1,96 ^B	58,47	31,86	1,84
Tratamiento II (100%)	12,82	7,66 ^B	1,67 ^A	44,43	21,79 ^B	2,04 ^A	57,24	30,21	1,90
C.V.	4,04	4,26	1,75	1,98	2,88	2,45	2,23	4,02	4,82
P-valor ANOVA	0,6457	0,0559	0,0019	0,3932	0,0089	0,0061	0,4222	0,2060	0,6341
P-valor de regresión x	0,7486	0,0574	0,0012	0,7080	0,0034	0,0019	0,6943	0,6403	0,8193
P-valor de regresión x ²	0,3917	0,1007	0,0408	0,1987	0,3204	0,7728	0,2202	0,0921	0,3667

^{AB} Columnas con letras distintas implican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Duncan.

*GP: Ganancia de peso, C.A: Conversión alimenticia, C.V: Coeficiente de variación.

Tratamiento I: 50% de sustitución del aceite de soya por el Lipofeed®

Tratamiento II: 100% de sustitución del aceite de soya por el Lipofeed®

Consumo alimenticio

Con respecto al efecto de la adición del precursor gluconeogénico Lipofeed® sobre el consumo de alimento para cerdos en Fase 3 e Inicio, no se presentan diferencias significativas ($p > 0,05$) en los tratamientos y el control para ninguna de las dos fases productivas ni para el valor acumulado de estas.

Cabe mencionar, que los valores de consumo de alimento en gramos por día para la etapa de Fase 3 obtenidos en el experimento para los 3 tratamientos (Control: 889g., Tratamiento I: 908g. y Tratamiento II: 884g.), son congruentes con los datos reportados por Campabadal (2009), así como por el NRC (2012).

Ganancia de peso

Al analizar los resultados reflejados en el Cuadro 9, es destacable mencionar que para la etapa Fase 3, se presentó un aumento significativo en la ganancia de peso para los cerdos que se sometieron al tratamiento I. Esta diferencia se muestra con respecto a la sustitución del 100% del aceite por el precursor gluconeogénico; el tratamiento control no presenta diferencias con respecto a los tratamientos I y II. Si bien es cierto que el p-valor se presenta ligeramente mayor a 0,05, se podría afirmar que hay diferencias estadísticamente significativas con un 94% de confianza.

Por otro lado, como se refleja en la Figura 4, el comportamiento de las medias aparenta una tendencia cuadrática ya que los valores de ganancia de peso aumentan y luego disminuyen conforme se incrementa el nivel de sustitución del aceite por el Lipofeed®. No obstante, este comportamiento no se comprueba estadísticamente debido al bajo número de repeticiones de los tratamientos y su variabilidad. Se podría mencionar según el valor de la regresión reportado en el Cuadro 9, que los datos analizados tienden más bien a presentar es un comportamiento lineal decreciente.

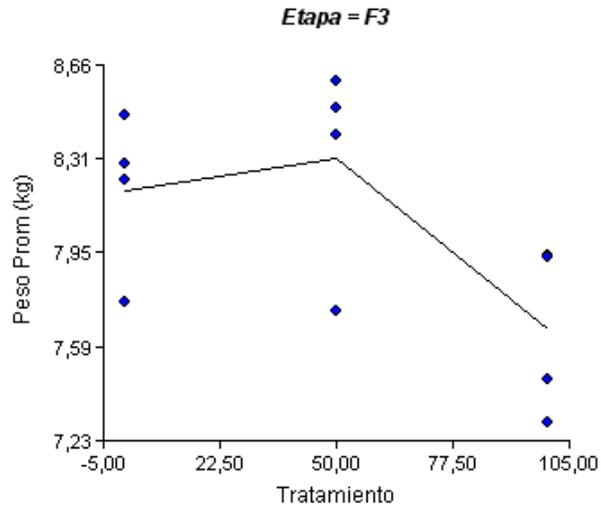


Figura 4. Comportamiento de la Ganancia de peso promedio de cerdos en Fase 3 con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.

Con relación al comportamiento de la ganancia de peso en la etapa de Inicio, se puede afirmar según los resultados, que el tratamiento control y el tratamiento I no muestran diferencias significativas entre sí (Cuadro 9). En el caso del tratamiento II, presenta una disminución significativa ($p < 0,05$) con respecto a los otros dos tratamientos. Esto contradice el enunciado de Pochon et al. (2012) que afirma que la utilización del 1% al 5% de aceite en las dietas mejora la ganancia de peso.

Para estudiar la tendencia de las medias en cuestión, se procedió a efectuar un análisis de regresión. En la Figura 5 se muestra el comportamiento de dichas medias y es notable como los animales presentaron una disminución en la ganancia de peso conforme se sustituyó el aceite de soya por el precursor gluconeogénico. Estadísticamente ($p < 0,05$) se puede afirmar que existe una relación lineal decreciente en el comportamiento de los datos según los resultados presentes en el Cuadro 9.

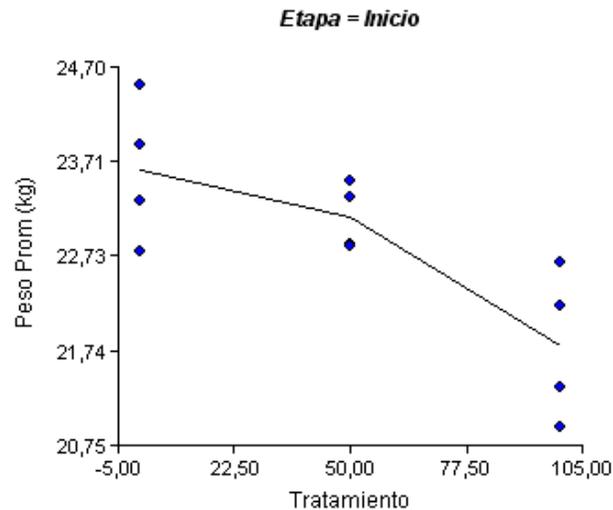


Figura 5. Comportamiento de la ganancia de peso promedio de cerdos en la etapa Inicio con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia obtenida para las etapas Fase 3 e Inicio muestra diferencias significativas en las medias del tratamiento II con respecto al tratamiento control y el tratamiento I ($p < 0,05$). Este comportamiento se presenta debido a que la conversión alimenticia es una relación entre el consumo y la ganancia de peso. Así, al obtenerse menores ganancias de peso para el tratamiento II, sin importar que no haya diferencias en el consumo de alimento, se esperaría un aumento considerable en la conversión alimenticia.

Al presentarse diferencias estadísticas, se procedió por medio de una regresión a evaluar el comportamiento de los datos. La Figura 6 muestra que las medias tienen un comportamiento cuadrático ($p < 0,05$), ocasionado principalmente por el gran aumento de la conversión alimenticia al sustituir el 100% de aceite de soya.

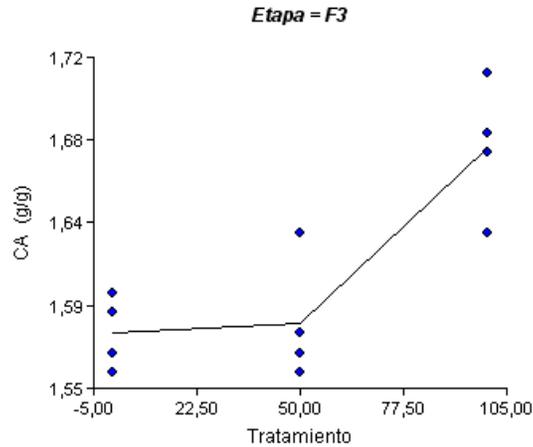


Figura 6. Comportamiento de la Conversión Alimenticia de cerdos en Fase 3 con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.

En el caso de la etapa productiva Inicio, y según lo expuesto en el Cuadro 9, se detecta un comportamiento lineal creciente de medias para el parámetro de conversión alimenticia (p -valor $<0,05$). La Figura 7 ilustra esta afirmación, mostrando el aumento en la conversión alimenticia conforme se introduce el producto Lipofeed® en la dieta.

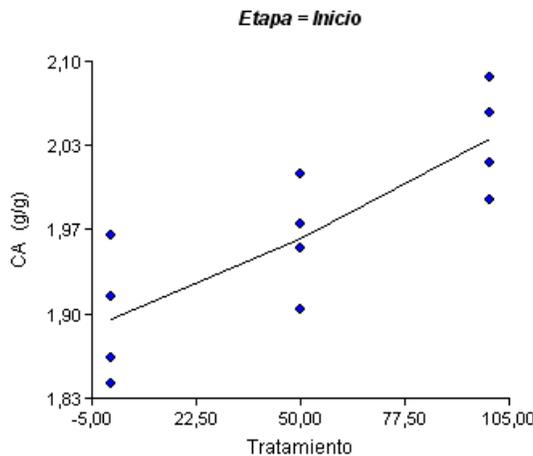


Figura 7. Comportamiento de la Conversión Alimenticia de cerdos en Inicio con respecto al nivel de sustitución de aceite crudo de soya por el producto Lipofeed®.

Cuadro 10. Análisis del costo de producción y utilización de las tres dietas estudiadas en el experimento para las Etapas Fase 3 e Inicio.

Ingredientes	Costo por kg.	Fase 3						Inicio					
		Control		Tratamiento 1		Tratamiento 2		Control		Tratamiento 1		Tratamiento 2	
		Kg	Costo	Kg	Costo	Kg	Costo	Kg	Costo	Kg	Costo	Kg	Costo
Maíz	¢200,0	26,80	¢5.360,0	27,55	¢5.510,0	28,30	¢5.660,0	28,35	¢5.670,0	29,15	¢5.830,0	30,00	¢6.000,0
Harina de Soya	¢331,0	15,55	¢5.147,1	15,55	¢5.147,1	15,55	¢5.147,1	14,00	¢4.634,0	14,00	¢4.634,0	14,00	¢4.634,0
Aceite crudo de soya	¢600,0	1,65	¢990,0	0,85	¢510,0	--	--	1,85	¢1.110,0	0,90	¢540,0	--	--
Lipofeed	¢4.125,0	--	--	0,09	¢350,6	0,17	¢682,7	--	--	0,09	¢371,3	0,19	¢763,1
CaCO ₃	¢31,0	0,15	¢4,7	0,15	¢4,7	0,15	¢4,7	0,25	¢7,8	0,25	¢7,8	0,25	¢7,8
Sal	¢85,0	0,20	¢17,0	0,20	¢17,0	0,20	¢17,0	0,20	¢17,0	0,20	¢17,0	0,20	¢17,0
Núcleo F3	¢1.950,0	1,60	¢3.120,0	1,60	¢3.120,0	1,60	¢3.120,0	--	--	--	--	--	--
Núcleo Inicio	¢1.550,0	--	--	--	--	--	--	1,40	¢2.170,0	1,40	¢2.170,0	1,40	¢2.170,0
Total		46,0	¢14.638,7	46,0	¢14.659,3	46,0	¢14.631,4	46,1	¢13.608,8	46,0	¢13.570,0	46,0	¢13.591,9
Costo kg alimento			¢318,23		¢318,68		¢318,07		¢295,84		¢295,00		¢295,48
Costo kg producido*			¢502,80		¢505,06		¢532,33		¢559,25		¢577,76		¢602,49

*Basado en los valores de conversión alimenticia reportados en el Cuadro 9.

En toda prueba experimental donde se analice el comportamiento productivo según variables introducidas en la dieta, se debe estudiar paralelamente el costo beneficio del uso de dicha formulación. Al tener presente que la alimentación simboliza entre el 80% y el 85% de los costos totales de producción como menciona Campabadal (2009), es importante conocer si nuestro sistema de alimentación es eficiente o no.

Observando primeramente las dietas de la Fase 3 en el Cuadro 10, se podría pensar que la formulación del tratamiento II es la más conveniente económicamente hablando, ya que presenta el menor costo de producción por kilogramo. No obstante, al multiplicar el costo de un kilogramo de alimento por el consumo reportado y dividirlo entre la ganancia de peso obtenida, el valor de la producción de un kilogramo de peso vivo por concepto de alimentación, es el más elevado, representando entonces la dieta menos eficiente. Para esta etapa productiva, el tratamiento control se reconoce como la dieta más eficiente desde el punto de vista de costos.

En el caso de las dietas formuladas para Inicio, el tratamiento I presenta el menor costo de producción por kilogramo de alimento, pero es el tratamiento control, el que reporta el menor costo de producción de un kilogramo de peso vivo según la dieta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El precursor gluconeogénico Lipofeed® no presenta diferencias en el consumo alimenticio para los cerdos de las etapas productivas Fase 3 e Inicio bajo los niveles de sustitución empleados. Por un lado, el aceite aporta buena palatabilidad y disminución en polvosidad, mientras que el producto en estudio presenta un olor y sabor muy dulce atractivo para el animal.

Aunque no se presentan diferencias significativas en las dos etapas, a razón de que se reporta un valor mayor de consumo de alimento para el tratamiento I, se recomienda analizar valores de sustitución del aceite por el producto que oscilen entre los 40% y 70%, de modo que se pueda establecer, de la manera más precisa, el punto de inflexión de la curva y así comparar si se presentan diferencias significativas con respecto al tratamiento control.

Los valores obtenidos para la ganancia de peso en la etapa Fase 3 muestran que no hay diferencia estadística entre sustituir 50% del aceite de soya por el Lipofeed® y la utilización exclusiva del aceite; tampoco hay diferencias entre el 100% de sustitución y el tratamiento control. No obstante, si se presentan diferencias estadísticas entre el tratamiento I y el tratamiento II y se acepta con un 94% de confianza el afirmar que las medias presentan una tendencia lineal decreciente.

Las ganancias de peso conseguidas en la etapa Inicio, reflejan que no hay diferencia entre el tratamiento control y el tratamiento I. Sin embargo, al sustituir completamente el aceite de soya si se refleja una disminución significativa en los valores por lo que no se recomienda llevar a la práctica dicha sustitución. Además, es estadísticamente aceptado aseverar que las medias obtenidas para dicho parámetro productivo presentan un comportamiento lineal decreciente.

La conversión alimenticia obtenida para las dos etapas en estudio reporta diferencias significativas entre el tratamiento II y los otros tratamientos. Cuando se sustituye totalmente el aceite de soya por el precursor de glucosa, aumentan los

valores de conversión alimenticia. Este efecto se da por la relación directa existente con las disminuciones de ganancia de peso reportadas para este tratamiento. El análisis de las medias para dicho parámetro refleja que los valores para Fase 3 presentan un comportamiento cuadrático, debido principalmente por el gran aumento de la conversión alimenticia al sustituir el 100% de aceite de soya. Para la fase Inicio se obtiene una tendencia lineal creciente de los datos, lo que indica que se podría incrementar la conversión alimenticia al utilizar el Lipofeed®.

El estudio de los valores acumulados indica que no se consiguieron diferencias estadísticas para el consumo de alimento, la ganancia de peso ni la conversión alimenticia. Esto se debe a la variabilidad de los resultados en ambas fases de alimentación.

El análisis económico de las dietas utilizadas denota que para Fase 3, el tratamiento II reporta el menor costo de producción por kilogramo de alimento, pero el mayor valor de la producción de un kilogramo de carne por concepto de alimentación, representando entonces la dieta menos eficiente. En este caso, el tratamiento control se reconoce como la dieta más eficiente utilizada.

En la etapa de Inicio, el tratamiento I presenta el menor costo de producción por kilogramo de alimento. Empero, es el tratamiento control, nuevamente, el que reporta el menor costo de producción de un kilogramo de carne según la dieta.

Se determina entonces, productivamente hablando, que la utilización del precursor gluconeogénico Lipofeed® no presenta una mejoría en cuanto al consumo de alimento, ganancia de peso ni en la conversión alimenticia si se compara con la dieta control que utiliza únicamente aceite de soya, para las etapas Fase 3 e Inicio.

También, se comprueba que la sustitución total del aceite de soya por el producto comercial Lipofeed®, perjudica los niveles de ganancia de peso y por ende la conversión alimenticia en las etapas Fase 3 e Inicio.

Desde un punto de vista económico, tampoco representa una mejoría en la eficiencia del sistema de alimentación sobre el convencional, por lo que no se perfila como una materia prima atractiva para disminuir costos de producción.

Se recomienda observar el rendimiento de los animales a nivel de planta de proceso, a ver si la grasa dorsal cambia, y a pesar de que se produce menos peso en pie, que el uso del Lipofeed aporte la obtención de carne más magra en la canal.

LITERATURA CITADA

- ALBERTS B., JOHNSON A., LEWIS J., RAFF M., ROBERTS K., WALTER P. 2008. Molecular biology of the cell. 5th ed. Garland Science Taylor & Francis Grup. Pág. 58.
- BAVERA G. 2007. Propilénglicol, Glicol Propilénico o Propyleneglycol. Revisión bibliográfica. Sitio Argentino de Producción Animal. Suplementación en General en rumiantes. Artículo #47. Pp. 1-2. Consultado el 28 de mayo del 2013. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- CAMPABADAL C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. Minsiterio de Agricultura y Ganaderia, PITTA Cerdos de Costa Rica. Imprenta Nacional. Pp. 12-38.
- CAMPBELL M., FARREL S. 2004. Bioquímica 4ta edición. Thomson Editores S.A. Pág. 522. Consultado el 24 de mayo del 2013. Disponible en: <http://books.google.co.cr/books?id=GXKf6ibU5gUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- CLOSE W.H., COLE D.J.A. 2004. Nutrición de cerdas y verracos. Alltech de México,S.A. Distrito Federal, México. Primera edición. Pag 29.
- CUNNINGHAM J., KLEIN B. 2009. Fisiología veterinaria 4ta edición. Elsevier España. Pág. 392.
- FORNAGUERA J. 2011. Bioquímica. 3ra reimpresión. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José Costa Rica. Pág.198.

KING M. 2013. La página de Bioquímica Médica. Themedicalbiochemistrypage.org, LLC. Consultada el 24 de mayo del 2013. Disponible en: <http://themedicalbiochemistrypage.org/es/gluconeogenesis-sp.php>

LÓPEZ E., RAMÍREZ J. 2012. Producción de pollos de engorde con la adición de Lipofeed® como sustituto energético en la dieta. Tesis de Licenciatura, Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras.

MATA L. 2011. Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales. Centro de investigaciones en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. Pp.105-109

MATEOS G., REBOLLAR P., MEDEL P. 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. Fundación española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Cap.1. Pp.1-21. Consultado el 24 de mayo del 2013. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/publicaciones_1996

MATEOS G., SALDAÑA B., GUZMÁN P., FRIKHA M., VAHID M., BERROCOSO J. 2012. Revisión 3ª Edición Tablas FEDNA: Utilización de aceites resultantes de procesos industriales en piensos para animales monogástricos: Oleinas, aceites reconstituidos y lecitinas. Fundación española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. XXVIII Curso de especialización FEDNA. Madrid, España. Pág.1. Consultado el 6 de junio del 2013. Disponible en: http://fundacionfedna.org/sites/default/files/12Cap_III_1.pdf

MAYNARD L., LOOSLI J., HINTZ H., WARNER R. 1989. Nutrición animal. Séptima edición (cuarta edición en español). McGraw-Hill. México D.F. México. Pág. 411.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine. Committee on Nutrient Requirements of Swine, Board on Agriculture and Natural Resources, Division on Earth and Life Studies. 11th rev,ed, Pág. 212.

PATIENCE J. 2011. La energía de la dieta en el ganado porcino. Iowa State University Animal Industry Report 2009.

PÉREZ M., DE ITA D., DÍAZ. 2012. Gluconeogénesis: Una visión contemporánea de una vía metabólica antigua. Instituto de neurobiología, campus UNAM. Querétaro, México. REB 31(1):10-20.

POCHON D., JUDIS M., KOSLOWSKI H., PICOT J., NAVAMUEL J. 2012. Efectos de la suplementación con aceite de pescado sobre la concentración de ácidos grasos en carne de cerdo. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. Rev. Vet. 23: 2, 120-125. Consultado el 22 de mayo del 2013. Disponible en:
<http://www.vet.unne.edu.ar/uploads/revistas/archivos/da60ddfdda75a5a90ba8167d6c3ea8c4f8042eb4.pdf>