



Efecto del uso de propilenglicol como aditivo gluconeogénico en cerdas lactantes en granja El Progreso, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, El Salvador

Artículo científico

Burgos-Henríquez, R.E.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

Benítez-Hernández, R.I.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

Umaña-Fernández, M.G.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

Marín-Hernández, D.E.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

RESUMEN.

La investigación se realizó en cerdas de la línea PIC® de primer a cuarto parto en la granja El Progreso, ubicada en el municipio de Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador, entre noviembre 2018 y enero 2019. El propósito fue evidenciar un aumento de pesos de lechones al destete debido a una mejor producción láctea, al usar adición al alimento de gluconeogénico propilenglicol. Se utilizaron 80 unidades experimentales, siendo 40 para el tratamiento testigo y 40 para el tratamiento con propilenglicol; las 40 cerdas de cada tratamiento se dividieron en 10 cerdas por categoría de parto. Las cerdas elegidas para el estudio debían ser homogéneas y no tener rangos de pesos muy altos entre ellas, además de estar en óptimas condiciones de salud y no tener historiales negativos durante el parto o la maternidad. Las cerdas en tratamiento eran identificadas en su ficha técnica y en el comedero con su número de arete. El propilenglicol se suministraba vía oral como aditivo en el alimento, brindándosele 2 veces al día durante todo el período de lactancia, las dosis usadas fueron a razón de 1 Kg por tonelada de concentrado. De acuerdo a los resultados, obtenidos mediante la prueba estadística Wilcoxon-Mann-Whitney con un nivel de significancia de 0.05 ($p < 0.05$), sí hay diferencias significativas entre los tratamientos para pérdida de peso y conversión alimenticia en las cerdas de todos los partos, siendo más eficiente en cerdas de primer parto para pérdida de peso; primer y segundo parto para conversión alimenticia en peso al destete de lechones, existe diferencia significativa para las cerdas de primer y tercer parto, no encontrándose diferencia significativa para el número de lechones destetados para las cerdas de ningún parto.

Palabras clave: Producción Láctea, Lechones, Conversión Alimenticia.

ABSTRACT.

The research was carried out in sows of the PIC® line from first to fourth birth, in the farm the progress located in the municipality of Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador, in the period from November 2018 to January 2019. The purpose was to show an increase of weights of piglets at weaning due to better milk production, by using addition to the propylene glycol gluconeogenic feed. 80 experimental units were used, 40 being for the control treatment and 40 for the propylene glycol treatment, the 40 sows of each treatment were divided (10 by birth number). The sows chosen for the study should be homogeneous and not have very high weight ranges between them, in addition to being in optimal health and not having negative histories during childbirth or maternity, the sows under treatment were identified in their technical file and in the feeder with his earring number. Propylene glycol was given orally as an additive in the food, being given twice a day during the entire period of breastfeeding, the dose used was at a rate of 1 kg per tonne of concentrate. According to the results obtained through the Wilcoxon-Mann-Whitney statistical test with a level of significance of 0.05 ($p < 0.05$), if there are significant differences between treatments for weight loss and feed conversion in sows of all births, being more efficient in sows of first birth for weight loss; First and second birth for feed conversion, in weight at the time of piglet weaning there is a significant difference for the sows of first and third birth, no significant difference being found for the number of piglets weaned for the sows of any birth.

Key words: Milk Production, Piglets, Feed Conversion.



Título en inglés:

Effect of the use of propylene glycol as a gluconeogenic additive in lactating sows in El Progreso farm, Suchitoto municipality, Cuscatlán department, El Salvador

Correspondencia:

david.marin@ues.edu.sv

Presentado:

20 de septiembre de 2024

Aceptado:

29 de octubre de 2024



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

Un reto al que se enfrentan las granjas porcícolas, son las cerdas hiperprolíficas, al tener camadas numerosas, aumenta la posibilidad de destetar más lechones, sin embargo, las necesidades energéticas de la cerda aumentan para poder satisfacer los requerimientos de todos los lechones. También, entre más lechones son los nacidos, los componentes nutricionales deben ser mejor aprovechados por el organismo, para evitar cerdas, al final de la lactancia, con grandes pérdidas de peso. La nutrición porcina se encuentra en constante evolución e innovación, generando una producción de materia prima de mejor calidad, que ayuda con la disminución de los costos de producción e incremento de rendimiento (Borja y Medel, 1998).

La energía desempeña un papel muy importante y central en la nutrición del ganado porcino, ya que es necesaria para la realización de todos los procesos metabólicos. Los nutricionistas piensan que la energía es útil en primer lugar para el mantenimiento del organismo y después para la realización de las funciones productivas, como el crecimiento, la lactación o la gestación (Patience, 2009). Si la cantidad de energía no es suficiente, los requerimientos son tomados de las reservas del organismo del animal, lo que se traduce en pérdida de peso y condición corporal, llegando las cerdas a su siguiente ciclo reproductivo en condiciones no adecuadas.

El objetivo del estudio es evaluar el efecto de propilenglicol como aditivo generador de ATP en el concentrado de las cerdas, durante el periodo de lactancia, de esta manera poder obtener una mejor conversión alimenticia, disminuir las pérdidas de peso de la cerda, aumentando el peso de la camada al destete y el número de lechones destetados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación, Duración, Unidades Experimentales

La investigación se realizó en la granja El Progreso, ubicada carretera a Aguilares Km 4, cantón Platanar, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, El Salvador. Según datos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN, 2018), está ubicada a 331 m s. n. m., sus coordenadas son 13°56'00"N 89°02'00"O, este municipio es de clima tropical, manteniendo una media anual de 23.94 °C, con precipitaciones de 2063 mm, mantiene una humedad relativa que oscila desde un 65 hasta 80 % durante el año y un promedio de velocidad del viento de 6.8 km/h.

La fase de campo duró 66 días; del 11 de noviembre de 2018 al 16 de enero de 2019. Se utilizaron 80 cerdas, 40 para testigo y 40 para tratamiento con propilenglicol, de primer a cuarto parto, 10 cerdas por categoría de parto, de la línea PIC®.

Metodología de Campo

Descripción de las instalaciones

La granja El Progreso cuenta con 11 galeras de maternidad, numeradas del 1 al 11, de las cuales 8 son climatizadas; la capacidad de cada galera es de 36 cerdas. Fueron utilizadas las 11 galeras para el estudio.

Las galeras miden 26.50 m de largo por 10.80 m de ancho, las cunas individuales de 2.00 m de largo y 1.80 m de ancho, cada una de ellas posee barras salva lechones con una separación de 33 cm entre ellos. Las cunas fueron equipadas con 2 comederos (cerda y lechón) y 2 bebederos tipo niple (cerda y lechón), además provistos de cajas hipertérmicas, donde se utilizan lámparas para facilitar la entrada y salida de los lechones durante toda la etapa de lactancia, el objetivo es salvar lechones hipotérmicos de forma fácil y rápida.

Las galeras cuentan con un sistema automatizado de control de temperatura el cual permite optimizar la temperatura ambiente. El sistema consiste en encender unos ventiladores cuando la temperatura sobrepasa los 24 °C., con rango de temperatura entre 22-24 °C.

Preparación de la Ración Alimenticia

El propilenglicol se incorporó como un aditivo complementario al concentrado, el objetivo fue la generación de energía a través de la gluconeogénesis para evitar la pérdida excesiva de peso en la cerda por el uso de energía de las reservas del cuerpo. No se sustituyó ningún componente del concentrado de lactancia.

Para incorporar el propilenglicol al concentrado, se realizaron las mezclas para cada uno de los niveles de parto (primer a cuarto parto). En las Tablas 1 y 3 se presenta la fórmula de la lactancia con las materias primas para testigo y tratamiento, siendo adicionado en el núcleo del concentrado para las cerdas en tratamiento el propilenglicol más gluconato de calcio.

En las Tablas 2 y 4 se presenta la composición nutricional para testigo y tratamiento, siendo adicionado el propilenglicol más gluconato de calcio para el concentrado de las cerdas del tratamiento, no se sustituyó ningún componente de la dieta de las cerdas testigo.

Selección de las cerdas.

Tres días antes de la fecha programada de parto, las cerdas se trasladaron a maternidad y se realizó el control de peso antes del parto, a partir de los datos se seleccionaron las cerdas más homogéneas, de acuerdo a la tabla de rangos de peso (Tabla 5).

Además de los rangos de peso, las cerdas debían estar en óptimas condiciones de salud, haber comido con normalidad en todo el periodo de gestación, y no tener historial de abortos y/o problemas al parto, además de no tener historial de partos con pocos lechones.

En el protocolo de la granja, en las primeras 24 horas post parto de las cerdas, los lechones son reacomodados, una vez realizado el reacomodo se procedió a colocar las identificaciones de los tratamientos definitivos. Las cerdas T0 únicamente fueron identificadas en la ficha, ya que ellas consumieron el concentrado sin aditivo.

Manejo de la Cerda Post Parto

Al finalizar la expulsión total de la camada con sus respectivas placentas se administró 15 ml de hierro, se pesaron las placentas, se realizó una limpieza en el área. Durante el primer día de parto, se realizaron revisiones de producción láctea, 4 días después del parto se aplicó 2 ml de Circovirus

porcino tipo 2.

El suministro de agua y alimento es a libre consumo. Se realizaron rondas en las cuales se estimuló a la cerda para que se levantara y consumiera su ración.

Tabla 1.
Fórmula lactancia cerdas testigo.

| FÓRMULA LACTANCIA | |
|-----------------------|------------|
| Materia Prima | Porcentaje |
| Maíz amarillo | 43.60 |
| Aceite de palma | 7.30 |
| Soya H de 48 % | 33.20 |
| Afrecho de trigo 16 % | 2.90 |
| Melaza | 8.00 |
| Núcleo lactancia | 5 |

Tabla 2.
Perfil nutricional lactancia cerdas testigo.

| Perfil nutricional lactancia | | |
|------------------------------|----------|---------|
| Ingrediente | Valor | Unidad |
| Materia seca | 92.33 | % |
| Humedad | 7.67 | % |
| Proteína | 19.79 | % |
| Fibra | 3.78 | % |
| Calcio | 0.95 | % |
| Fósforo Disp | 0.45 | % |
| EM | 3,400.00 | Kcal/kg |
| Lisina | 1.20 | % |
| Metionina | 0.36 | % |
| Met+Cis | 0.71 | % |
| Treonina | 0.78 | % |
| Triptófano | 0.20 | % |

Tabla 3.
Fórmula lactancia cerdas tratamiento.

| FÓRMULA LACTANCIA | |
|---|------------|
| Materia Prima | Porcentaje |
| Maíz amarillo | 43.60 |
| Aceite de palma | 7.30 |
| Soya H de 48 % | 33.20 |
| Afrecho de trigo 16 % | 2.90 |
| Melaza | 8.00 |
| Núcleo (lactancia ATP BOOSTER) PROPILENGLICOL | 5 |

Tabla 4.
Perfil nutricional cerdas tratamiento.

| Perfil nutricional lactancia | | |
|------------------------------|----------|---------|
| Ingrediente | Valor | Unidad |
| Materia seca | 92.33 | % |
| Humedad | 7.67 | % |
| Proteína | 19.79 | % |
| Fibra | 3.78 | % |
| Calcio | 0.95 | % |
| Fósforo Disp | 0.45 | % |
| EM | 3,478.00 | Kcal/kg |
| Lisina | 1.20 | % |
| Metionina | 0.36 | % |
| Met+Cis | 0.71 | % |
| Treonina | 0.78 | % |
| Triptófano | 0.20 | % |
| Propilenglicol + GluCalcio | 0.25 | % |

Tabla 5.
Rangos de peso para selección de cerdas.

| Número de parto | Peso promedio PP Kg | Rango de peso Kg |
|-----------------|---------------------|------------------|
| Primer parto | 227.9 | ±55 |
| Segundo parto | 243.5 | ±60 |
| Tercer parto | 262 | ±40 |
| Cuarto parto | 262.7 | ±50 |

Peso de Placentas

Se realizó el pesaje de placenta, por cada una de las cerdas en estudio, al momento del parto. La finalidad era monitorizar las ganancias o pérdidas de peso de los diferentes partos, restándole al peso inicial de la cerda la camada al nacimiento y el peso de placenta, se pesaba en una báscula digital marca S Brecknell electro SAMSON® (capacidad 100 lbs) y se anotaba en el registro de cada cerda.

Manejo de Lechones

Próximo al parto se aplicó el siguiente protocolo de manejo establecido en la granja: el personal de granja supervisó constantemente a las cerdas en la expulsión de los lechones. Al ser expulsados, se termorregulan para adaptarlos al cambio de temperatura intrauterina con la del exterior.

Al momento de nacer, los lechones se secaron lo más pronto posible con polvo secante. Se colocaron bajo una cámara de calor con el fin de evitar la hipotermia y adaptarlos al nuevo ambiente. Luego se procedió a pesar el lechón, se curó el ombligo y se colocó con la madre. Se realizaron rondas de vigilancia para observar el comportamiento de los neonatos y también para evitar aplastamientos.

Los lechones eran pesados y contabilizados al nacimiento, con una báscula digital de la marca S Brecknell electro SAMSON® (capacidad 100 lbs).

La mortalidad de lechones era registrada, y al final del periodo de lactación se contabilizaban los muertos, por cerda.

Las camadas entre 2 cerdas no eran provistas de divisiones, sin embargo, los lechones reconocían a su madre. Para fines de identificación los lechones en tratamiento, eran muesqueados en la parte media dorsal de la oreja de esta forma se podía detectar si había algún lechón que no perteneciera a la cerda en estudio.

Veinticuatro horas antes del destete los lechones muesqueados eran identificados en el lomo con un marcador color rojo para evitar confusiones, ya que el pesaje se realizaba de manera rápida, tomando datos únicamente de los lechones de cerdas en estudio.

Consumo de Alimento de la Cerda.

El concentrado destinado a las cerdas, fue pesado y proporcionado en los comederos de forma manual e individual por jaula, la ración era proporcionada 2 veces al día; mañana y tarde, el día del parto no se les suministró alimento, el día uno de parto 1 kg, día dos de parto 2 kg, día tres 3kg y a partir del día cuatro, libre consumo, siendo un promedio de 7 kg; se registró la cantidad rechazada al final del día, durante todo el periodo de lactancia.

Consumo de Alimento del Lechón.

Los lechones permanecieron con la madre desde su nacimiento para consumo del calostro. En la lactación, a partir del día 7, se les colocó 5 gramos de pre iniciador fase I en un comedero fijo para que iniciaran con el reconocimiento del alimento, brindándoles aproximadamente 250 gramos a cada uno (c/u) en toda la fase, hasta el momento de su destete.

Destete.

Siguiendo el protocolo de la granja, el periodo de lactación con una duración de 21 días, en los cuales las cerdas en estudio consumieron el alimento con propilenglicol.

Los destetes se realizaron a partir de las 5 a. m., los lechones se pesaron y contabilizaron, utilizando una báscula digital de la marca OPTIMA® OP 901A. Posterior al destete, las cerdas fueron pesadas justo antes de entrar nuevamente al área de gestación, para obtener el peso del periodo finalizado en maternidad.

Metodología Estadística

Tratamientos

Se usaron 2 tratamientos: T0 testigo (sin propilenglicol) y T1 con propilenglicol, en el alimento concentrado. El propilenglicol era contenido en el producto cuyo nombre comercial es ATP Booster®; se suministró vía oral como aditivo en el alimento, 2 veces al día durante todo el periodo de lactancia, la dosis fue a razón de 1 kg por tonelada de concentrado.

Variables Evaluadas

Para evaluar cada una de las variables y sus desempeños, se diseñaron formatos de registros, y así facilitar su control. Las variables a evaluar fueron «peso al destete de la camada», «conversión alimenticia», «pérdida de peso de la cerda» y «número de lechones al destete».

Peso al Destete de la Camada

Se evaluó el peso al destete de la camada de lechones a los 21 días de edad, sumando los pesos individuales.

Consumo de Alimento

El consumo de alimento (kg) diario por cerda, se estimó sustrayendo a la cantidad ofrecida y la cantidad rechazada con la siguiente fórmula:

Consumo de alimento = cantidad ofrecida – cantidad rechazada por día.

Conversión Alimenticia.

Para la conversión alimenticia se calculó el consumo de alimento de la cerda en todo el periodo de lactancia entre el peso en kilogramos (kg) total al que fue destetada la camada de lechones. De esta manera podemos saber cuántos kg de concentrado necesita consumir la cerda para destetar lechones con mejores pesos. Se utilizó la siguiente fórmula:

(Consumo diario cerda x días lactancia) / Peso camada destete

Pérdida de Peso de la Cerda al Destete

Se realizó la medición de la pérdida de peso de la cerda, mediante una fórmula que consiste en:

Peso de cerda antes de parto – peso de camada al nacimiento – peso de placenta = peso de cerda post parto

(Peso de la cerda al destete/ peso de cerda post parto) *100 = pérdida de peso (%)

Número de Lechones Destetados.

Se realizó un conteo, por cerda de los lechones, sin distinción de sexo, que logran llegar al destete, con la siguiente fórmula:

Lechones destetados = total lechones inicio tratamiento- total lechones al destete.

Análisis Estadístico

Para cada una de las variables se realizó una prueba estadística no paramétrica, debido a que no se cumplen los supuestos de normalidad, llamada prueba de Wilcoxon-Mann- Whitney con un nivel de significancia del 5 %, con la cual se identifican diferencias entre dos poblaciones basadas en el análisis de dos muestras independientes, estos análisis se realizaron con el programa estadístico INFOSTAT 2018 ®.

Siendo la fórmula siguiente:

$$U_1 = n_1 n_2 + n_1 (n_1 + 1) / 2 - \sum R_1 \quad U_2 = n_1 n_2 + n_2 (n_2 + 1) / 2 - \sum R_2$$

Donde:

U_1 y U_2 : Valores estadísticos de U Mann Whitney

n_1 : Tamaño de la muestra del grupo 1

n_2 : Tamaño de la muestra del grupo 2

R_1 : Sumatoria de los rangos del grupo 1

R_2 : Sumatoria de los rangos del grupo 2

Metodología Económica.

Se utilizó la metodología de costos totales y se consideraron presupuestos para tratamiento testigo y tratamiento con propilenglicol. Los datos de peso en kilogramos (kg) obtenidos, se organizaron en un cuadro de presupuesto parcial que contiene en detalle el rendimiento de cada tratamiento que está representado por el número de kg de canal producida y los beneficios brutos de campo (BBC) que es el precio del producto por el rendimiento. También, incluye los costos variables (CV) que en este caso serían el costo del propilenglicol; los costos variables, se restan al beneficio bruto de campo y así resultan los beneficios netos. El análisis del presupuesto

parcial permitió organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios del tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso al Destete de la Camada

Las cerdas de primer y tercer parto alimentadas con propilenglicol destetaron lechones con pesos mayores a diferencia de los lechones de las cerdas testigos, obteniendo un valor p inferior al nivel de significancia (0.05) (Tabla 6). Los lechones destetados de las cerdas de segundo y cuarto parto no presentaron diferencia significativa entre ambos tratamientos, obteniéndose un valor p superior al nivel de significancia, aceptando la hipótesis nula.

Las diferencias entre pesos de camadas de ambos tratamientos en cerdas de primer y tercer parto, reflejan mayores tendencias de pesos en los lechones de madres alimentadas con propilenglicol (Figura 1). En las cerdas de segundo y cuarto parto, alimentadas con propilenglicol se obtuvo mayor peso de camada al destete, comparado con el tratamiento testigo, sin embargo, la diferencia no es significativa.

Tabla 6.

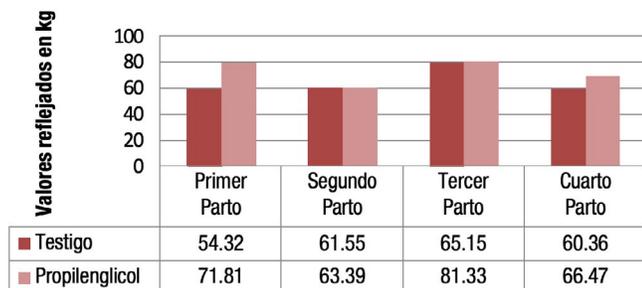
Peso al destete de la camada, cerdas de primer a cuarto parto.

| Número de Parto | Trat 0 | Trat 1 | n (0) | n (1) | Media (0) | Media (1) | DE (0) | DE (1) | W | P (2 colas) |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-------------|
| 1 parto | A | B | 10 | 10 | 54.33 | 71.81 | 10.64 | 24.53 | 78.50 | 0.0451 |
| 2 parto | A | B | 10 | 10 | 61.55 | 63.39 | 24.07 | 20.65 | 97.00 | 0.5452 |
| 3 parto | A | B | 10 | 10 | 65.15 | 81.33 | 19.59 | 12.31 | 79.00 | 0.0493 |
| 4 parto | A | B | 10 | 10 | 63.26 | 66.47 | 24.87 | 17.92 | 100.00 | 0.7055 |

Trat 0 = tratamiento testigo, Trat 1= tratamiento propilenglicol, n(0)= grupo testigo, n(1)= grupo propilenglicol, Media (0) = media testigo, Media (1) = media propilenglicol, DE (0) = desviación estándar testigo, DE(1)= desviación estándar propilenglicol, W= estadístico Wilcoxon, P = nivel de significancia.

Figura 1.

Efecto de la alimentación con propilenglicol sobre el peso de lechones (kg) al destete, en cerdas de primer a cuarto parto.



La media de lechones al nacimiento y al destete (Tabla 7), en el tratamiento testigo, se destetaron con pesos superiores a 5 e inferiores a 6 kg, según Paulino (2014), los pesos ideales en lechones destetados a los 21 días son de 5 a 6.5 kg de P.V, en el tratamiento con propilenglicol, se destetaron con pesos superiores a 5 kg y se alcanzó una media de 8.38 kg para las cerdas de tercer parto, siendo estos pesos superiores a los reportados en

estudios.

Tabla 7.

Peso promedio de lechones, al nacimiento y destete.

| Número de parto | Media, lechón al nacimiento (kg) | | Media, lechón al destete (kg) | |
|-----------------|----------------------------------|------|-------------------------------|------|
| | T0 | T1 | T0 | T1 |
| Primer parto | 1.26 | 1.26 | 5.54 | 5.93 |
| Segundo parto | 1.54 | 1.47 | 5.60 | 5.46 |
| Tercer parto | 1.37 | 1.32 | 5.57 | 8.38 |
| Cuarto parto | 1.38 | 1.33 | 5.16 | 6.04 |
| Promedios | 1.38 | 1.34 | 5.46 | 6.45 |

Conversión Alimenticia

Para las cerdas de primer, segundo, tercer y cuarto parto, analizadas con la prueba de Mann-Whitney, el valor de p es menor a 0.05 (nivel de significancia), se concluye que si hay diferencia significativa entre

ambos tratamientos, esto quiere decir que las cerdas alimentadas con concentrado adicionando propilenglicol tuvieron mejor desempeño y mejor aprovechamiento del alimento que las que fueron alimentadas únicamente con el concentrado habitual (Tabla 8).

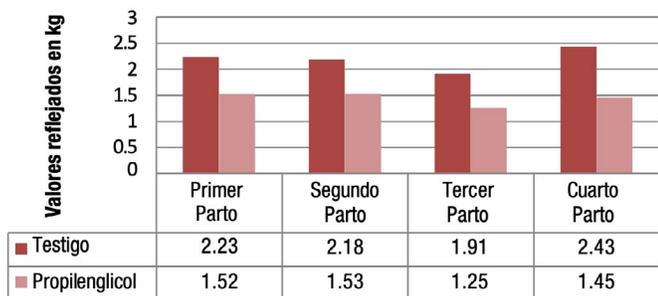
La conversión alimenticia más alta fue por parte de las cerdas del tratamiento testigo, para las cerdas de los cuatro partos (Figura 2). Siendo mejor aprovechado el alimento por las cerdas a las que se les adicionó propilenglicol, obteniendo mejor conversión alimenticia las cerdas de tercer parto.

Tabla 8.
Conversión alimenticia, cerdas de primer a cuarto parto.

| Número de Parto | Trat 0 | Trat 1 | n (0) | n (1) | Media (0) | Media (1) | DE (0) | DE (1) | W | P (2 colas) |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-------------|
| 1 parto | A | B | 10 | 10 | 2.25 | 1.47 | 0.61 | 0.48 | 142.00 | 0.0048 |
| 2 parto | A | B | 10 | 10 | 2.17 | 1.46 | 0.91 | 0.69 | 133.00 | 0.0339 |
| 3 parto | A | B | 10 | 10 | 1.92 | 1.21 | 0.65 | 0.22 | 147.50 | 0.0012 |
| 4 parto | A | B | 10 | 10 | 2.43 | 1.41 | 1.73 | 0.45 | 132.50 | 0.0370 |

Trat 0 = tratamiento testigo, Trat 1= tratamiento propilenglicol, n(0)= grupo testigo, n(1)= grupo propilenglicol, Media (0) = media testigo, Media (1) = media propilenglicol, DE (0) = desviación estándar testigo, DE(1)= desviación estándar propilenglicol, W= estadístico Wilcoxon , P = nivel de significancia.

Figura 2.
Comparación de conversión alimenticia de cerdas de primer a cuarto parto.



No hubo rechazo del alimento mezclado con propilenglicol por parte de las cerdas en estudio. Hibbitt (1979), plantea que el escaso aporte de precursores gluconeogénicos interfieren en la actividad del ciclo de Krebs, con lo que se reduce la producción de energía en forma de ATP; por lo tanto, la cerda debe de hacer uso de sus reservas, consumir más alimento y su producción láctea es menor. Los resultados de la investigación reflejan un mejor desempeño en conversión alimenticia en cerdas a las que se les adiciona un precursor gluconeogénico. Herrera (2010), destaca que el ciclo de Krebs es un gran distribuidor metabólico en el cual convergen muchas rutas anabólicas y catabólicas, por lo que si aprovechamos sus diferentes entradas y salidas podemos hacer uso de los metabolitos para formar y administrar la energía, esto nos ayuda a reforzar etapas susceptibles de mejora, incrementando la densidad energética, tal es el caso de la lactancia.

Con los promedios de consumo de concentrado diario en las cerdas de primer a cuarto parto, se observa que las cerdas alimentadas con propilenglicol son las que consumieron menos que las cerdas alimentadas sin el aditivo (Tabla 9), el propilenglicol permite un mejor aprovechamiento de los componentes nutricionales de la dieta, genera más energía, y evita que se utilicen las reservas del organismo y no ocasione pérdida de peso, con el uso de propilenglicol el consumo de concentrado disminuye hasta en un 18 %, pero esto no significa una disminución de peso, si no la

optimización de los componentes del concentrado en el organismo de la cerda que se traduce en una mayor producción de leche y disminución de la pérdida de condición corporal al final de la lactancia. El propilenglicol, al acelerar el Ciclo de Krebs, genera 77.50 Kcal de EM por cada kilogramo consumido (INNOVO, 2017), generando una saciedad de requerimientos nutricionales y un mejor rendimiento productivo en la hembra.

Tabla 9.
Promedio consumos diarios tratamiento propilenglicol.

| PROMEDIO CONSUMOS CERDAS DIARIOS TRATAMIENTO PROPILENGLICOL | | | |
|---|---------|---------|---------|
| 1 parto | 2 parto | 3 parto | 4 parto |
| 5.7 Kg | 4.8 Kg | 5.7 Kg | 5.8 Kg |
| PROMEDIO CONSUMOS CERDAS DIARIOS TRATAMIENTO TESTIGO | | | |
| 6.8 | 6.9 | 6.7 | 6.8 |

Pérdida de Peso de la Cerda al Destete.

Con las cerdas de primer, segundo y tercer parto se obtuvo un valor p inferior a 0.05, podemos concluir que sí hay diferencia entre los tratamientos, y que las cerdas alimentadas con concentrado más propilenglicol tuvieron poca pérdida de peso, a diferencia de las cerdas de cuarto parto, en donde el valor p fue superior al nivel de significancia. Concluimos que para las cerdas de cuarto parto no hubo diferencia significativa entre los tratamientos respecto a la pérdida de peso (Tabla 10).

Según Gutiérrez (2015), en una investigación realizada con cerdas en el último tercio de gestación y la lactancia, el uso de gluconeogénicos fue un aporte en el crecimiento fetal de los lechones y se optimizaron los consumos de alimento durante la etapa de lactancia en las cerdas, finalizando la etapa de lactación con poca pérdida de peso y reduciendo el destete de lechones con bajo peso. En la investigación realizada, las cerdas alimentadas con propilenglicol reflejan un mejor aprovechamiento del alimento, reflejado en una conversión alimenticia con mejor desempeño, siendo la mejor la de las cerdas de tercer parto.

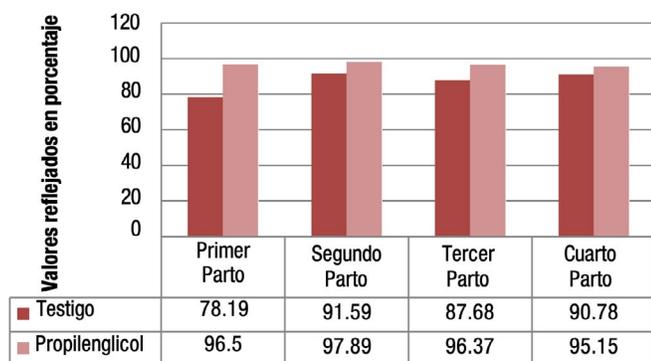
Tabla 10.
Pérdida de peso al destete, cerdas de primer a cuarto parto.

| Número de Parto | Trat 0 | Trat 1 | n (0) | n (1) | Media (0) | Media (1) | DE (0) | DE (1) | W | P (2 colas) |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|-----------|-----------|--------|--------|-------|-------------|
| 1 parto | A | B | 10 | 10 | 78.19 | 96.49 | 11.19 | 2.87 | 55.00 | 0.0002 |
| 2 parto | A | B | 10 | 10 | 91.59 | 97.89 | 6.00 | 3.57 | 74.00 | 0.0191 |
| 3 parto | A | B | 10 | 10 | 87.68 | 96.37 | 6.57 | 6.31 | 73.00 | 0.0156 |
| 4 parto | A | B | 10 | 10 | 90.78 | 95.15 | 7.88 | 5.17 | 87.50 | 0.1857 |

Trat 0 = tratamiento testigo, Trat 1= tratamiento propilenglicol, n(0)= grupo testigo, n(1)= grupo propilenglicol, Media (0) = media testigo, Media (1) = media propilenglicol, DE (0) = desviación estándar testigo, DE(1)= desviación estándar propilenglicol, W= estadístico Wilcoxon, P = nivel de significancia.

La pérdida de peso de las cerdas alimentadas con propilenglicol pertenecientes a los grupos de primer, segundo y tercer parto es mayor a las cerdas testigo, siendo las cerdas de segundo parto las que obtuvieron mejores resultados (Figura 3). El promedio de las cerdas en tratamiento de cuarto parto fue siempre mayor que las cerdas testigo, pero en un rango más bajo, no significativo según la prueba estadística realizada.

Figura 3.
Comparación de pérdida de peso de cerdas de primer a cuarto parto.



Según Vélez (2011), el rango de pérdida de peso es de 5.1 a 15 %, el gráfico muestra como las cerdas en tratamiento con propilenglicol, obtuvieron una pérdida entre 2.17 (segundo parto) y 4.85 % (cuarto parto), siendo parámetros competitivos, en comparación a las cerdas que solo fueron alimentadas con concentrado, lo que refleja una pérdida entre 8.41 (segundo parto) y 21.81 % (primer parto) siendo estos parámetros desfavorables

Tabla 11.
Número de lechones destetados, cerdas de primer a cuarto parto.

| Número de Parto | Trat 0 | Trat 1 | n (0) | n (1) | Media (0) | Media (1) | DE (0) | DE (1) | W | P (2 colas) |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-------------|
| 1 parto | A | B | 10 | 10 | 9.80 | 12.10 | 2.15 | 3.51 | 85.00 | 0.1174 |
| 2 parto | A | B | 10 | 10 | 11.00 | 11.60 | 3.74 | 1.84 | 91.00 | 0.2859 |
| 3 parto | A | B | 10 | 10 | 11.70 | 9.70 | 3.16 | 2.00 | 127.00 | 0.0935 |
| 4 parto | A | B | 10 | 10 | 11.70 | 11.00 | 5.21 | 2.89 | 112.00 | 0.5946 |

Trat 0 = tratamiento testigo, Trat 1= tratamiento propilenglicol, n(0)= grupo testigo, n(1)= grupo propilenglicol, Media (0) = media testigo, Media (1) = media propilenglicol, DE (0) = desviación estándar testigo, DE(1)= desviación estándar propilenglicol, W= estadístico Wilcoxon, P = nivel de significancia.

Vélez en el año 2011 en la Universidad de Antioquia (Colombia), realizó la medición en porcentaje de pérdida de peso en cerdas al final de la lactancia, concluyendo que las cerdas que menos porcentaje de peso perdían obtenían una menor pérdida de condición corporal, saliendo del periodo de lactancia en óptimas condiciones para su siguiente ciclo reproductivo.

Número de Lechones Destetados Cerdas de Primer a Cuarto Parto.

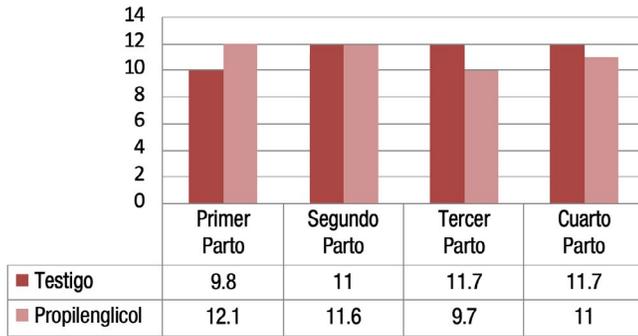
En cuanto a lechones destetados, no se obtuvo ninguna diferencia significativa para las cerdas de ningún número de parto, obteniéndose un valor p superior a 0.05 (Tabla 11).

Los valores obtenidos en cuanto a número de lechones destetados, fue más alta la media del tratamiento con propilenglicol en cerdas de primer y segundo parto, aunque estadísticamente las diferencias no son significativas; para las cerdas de tercer y cuarto parto el tratamiento testigo los supero (Figura 4).

Desde el punto de vista económico, los desfases en la mortalidad predestete tienen un gran impacto en el costo de producción, ya que son lechones directos que se pierden en las 3 primeras semanas de las 21 mínimas de vida hasta alcanzar el momento del sacrificio (Palomo, 2004).

Interacción entre lechones al inicio de la lactancia y lechones destetados, para las cerdas de los cuatro partos, para tratamiento testigo y tratamiento con propilenglicol (Figura 5).

Figura 4.
Número de lechones al destete.



Según Giraldo (2004), hay cerdas que no producen leche durante la lactación, en esta situación la camada completa está en peligro y su sobrevivencia depende de la pronta detección del problema, es importante que la cerda produzca la suficiente cantidad y calidad de leche para proporcionar a los lechones la alimentación necesaria y la energía suficiente para su supervivencia. En la investigación, el uso de propilenglicol en la dieta de la cerda en etapa de lactación, le brindó la energía necesaria y la optimización metabólica de los ingredientes de la dieta para la eficiente producción de leche, disminuyendo la mortalidad de los lechones.

La especie porcina se caracteriza por presentar un porcentaje de mortalidad predestete muy elevado en comparación con otras especies como la bovina, ovina o equina, constituyendo aproximadamente del 10 al 15 % de los lechones nacidos vivos, y eso, a pesar de contar la porcicultura con una de las más modernas tecnologías en producción animal (Quiles, 2004).

En la investigación se obtuvo una media de 7.03 % de mortalidad en lechones antes del destete para el tratamiento testigo, las cerdas alimentadas con propilenglicol obtuvieron una media de 3.99 %, valor por debajo del reflejado en la investigación realizada por Mendoza (2018) (5 % y 7 % respectivamente) quien realizó la inclusión de propilenglicol en la dieta de cerdas lactantes en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Se observó mayor mortalidad durante la etapa de lactancia en lechones de cerdas testigo que en lechones de cerdas alimentadas con propilenglicol (Figura 6).

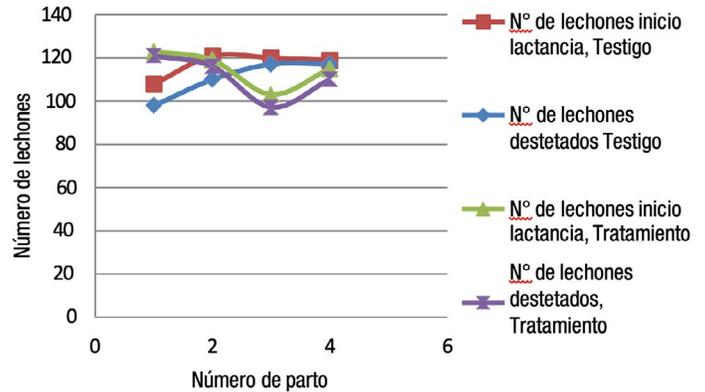
Análisis Económico.

Se tomaron los promedios de los pesos, según cada parto, para poder obtener los rendimientos en kilogramos (kg), luego se ajustaron los rendimientos para tener resultados más reales por parte del método de costos totales de alimentar las cerdas en estudio (Tabla 12).

A cada tratamiento se le realizó un rendimiento ajustado del 20 %, multiplicando los rendimientos por 0.20 como se observa en la Tabla 13, y estimando los beneficios brutos

de campo con base al precio de venta del cerdo en pie. Los beneficios

Figura 5.
Interacción lechones inicio lactancia y destete.



netos se obtuvieron por la diferencia de los beneficios brutos de campo y los costos que varían.

Se analizaron los costos de cada parto, tanto en tratamiento testigo como tratamiento con propilenglicol, detallando el costo de los concentrados formulados.

Para el beneficio bruto de campo se consultaron precios de mercado en pie de una cerda de descarte, la granja El Progreso vende las cerdas de cualquier número de parto al precio de USD 1.61 por kilogramo, lo cual indica el costo del producto en el campo.

En cuanto a beneficio neto (BN), podemos observar que tanto en tratamiento testigo como en tratamiento con propilenglicol se perciben ganancias altas, lo cual indica la efectividad del rubro. Sin embargo, podemos observar que el beneficio neto del tratamiento con propilenglicol, presenta mayor beneficio neto, siendo mejores las cerdas de tercer parto con beneficio neto de USD 253.16 por cerda (Tabla 14), alimentadas con concentrado con propilenglicol. En cuanto al tratamiento testigo, se pudo observar que las cerdas de cuarto parto fueron las que obtuvieron el beneficio neto más alto, siendo este de USD 213.16 por cerda.

Figura 6.
Porcentaje de mortalidad en lechones.

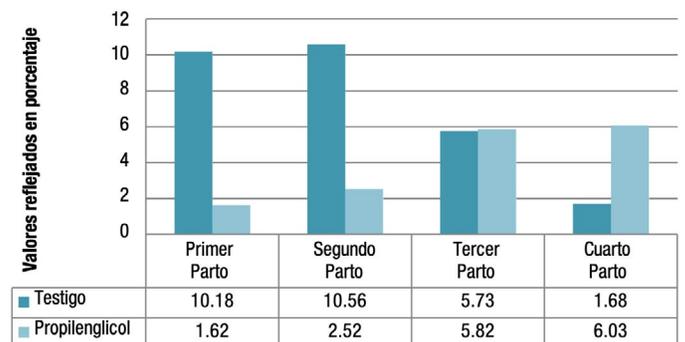


Tabla 12.
Consumos y costos de concentrado de cerdas en estudio.

| Número de partos | Tratamiento testigo | | | | Tratamiento propilenglicol | | | | Costo (\$) total |
|------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------|-------------------------------|--|--------------------------------------|---|------------------|
| | Media / Consumo diario / cerda (qq) | Consumo todo el periodo lactación (qq) | Costo (\$) / Unitario qq | Costo (\$) / Total | Consumo diario lactación (qq) | Consumo todo el periodo lactación (qq) | Costo (\$) / Unitario qq concentrado | Costo (\$) unitario de Propienglicol en toda la lactancia | |
| 1° Parto | 0.1496 | 3.1416 | \$18 | \$56.548 | 0.125 | 2.625 | \$18 | \$3.5112 | \$50.76 |
| 2° Parto | 0.1518 | 3.1878 | \$18 | \$57.380 | 0.105 | 2.205 | \$18 | \$2.9568 | \$42.64 |
| 3° Parto | 0.1474 | 3.0954 | \$18 | \$55.717 | 0.125 | 2.625 | \$18 | \$3.5112 | \$50.76 |
| 4° Parto | 0.1496 | 3.14116 | \$18 | \$56.548 | 0.114 | 2.394 | \$18 | \$3.2032 | \$46.29 |
| TOTAL | | | | \$226.193 | | | | | \$190.45 |

Tabla 13.
Presupuesto para tratamiento testigo por cerda.

| INSUMOS | 1° PARTO | 2° PARTO | 3° PARTO | 4° PARTO |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Rendimiento (kg) | 159.9 | 190.7 | 207.45 | 208.88 |
| Rendimientos ajustados (kg) (20 %) | 127.92 | 152.56 | 165.96 | 167.71 |
| BBC (kg) (20 %) | USD 205.95 | USD 245.62 | USD 267.19 | USD 269.03 |
| Costo concentrado | USD 55.69 | USD 56.70 | USD 55.05 | USD 55.87 |
| Costo variable | - | - | - | - |
| BN (USD) (20 %) | 150.26 | 188.92 | 212.14 | 213.16 |

Tabla 14.
Presupuesto para tratamiento con propilenglicol por cerda.

| INSUMOS | 1° PARTO | 2° PARTO | 3° PARTO | 4° PARTO |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rendimiento (kg) | 208.1 | 218.91 | 228.26 | 229.4 |
| Rendimientos ajustados (kg) (20 %) | 166.48 | 175.128 | 182.608 | 183.52 |
| BBC (kg) (20 %) | 258.64 | 281.47 | 294.0 | 295.47 |
| Costo concentrado | USD 49.49 | USD 39.44 | USD 37.80 | USD 42.73 |
| Costo variable | USD 3.57 | USD 3.06 | USD 2.94 | USD 3.32 |
| BN (USD) (20 %) | 205.63 | 238.97 | 253.16 | 249.42 |

CONCLUSIONES.

El uso de propilenglicol en cerdas lactantes, refleja una mejora en la conversión alimenticia, obteniendo mejores resultados las cerdas alimentadas con propilenglicol de tercer parto (media 1.25). Comparado con los valores de las cerdas alimentadas sin la adición de propilenglicol en la cual la conversión alimenticia más eficiente fue la proveniente de cerdas de tercer parto (1.96).

La pérdida de peso al finalizar la lactancia en cerdas alimentadas con propilenglicol fue menor (2.17 %) comparado con las cerdas de tratamiento testigo en las que igualmente las de segundo parto perdieron un menor porcentaje (8.41 %).

La cantidad de lechones destetados no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, se presentó un mayor porcentaje de mortalidad de lechones en cerdas de tratamiento testigo de primer parto

(10.56 %), mientras que en las cerdas de tratamiento con propilenglicol la mortalidad de lechones más elevada se refleja en cerdas de 4° parto con un porcentaje de 6.03 %.

Las cerdas alimentadas con propilenglicol destetaron lechones más pesados, aunque estadísticamente las diferencias fueron significativas únicamente para cerdas de primer y tercer parto, siendo las camadas más pesadas las provenientes de cerdas de tercer parto con una media de 81.33 kg peso de camada.

En términos económicos, el beneficio neto de las cerdas de tratamiento con propilenglicol fue mayor, alcanzando el mejor, las cerdas de 3° parto (USD 253.16) es decir, que la inversión fue menor y los nutrientes fueron mejor aprovechados, que las del tratamiento testigo, en el cual las cerdas de 4.º parto también lograron un mejor beneficio neto (USD 213.16).

BIBLIOGRAFÍA

- Borja, E, Medel, P. 1998. Avances en la alimentación del porcino: I. Lechones y cerdos de engorde y III. Reproductoras. In: P.Ga , Rebollar C, de Blas, G.G. Mateos, editor. XIV Curso de especialización FEDNA: Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid (España). p. 261-312. Consultado el Jul 14 2019. Disponible en: <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/98CAPXVI.pdf>.
- Giraldo, C. 2004. Mortalidad Pre-Destete: Retos y soluciones (en línea), Consultado en 6 Abr. 2019, Disponible en: https://projects.ncsu.edu/project/swine_extension/healthyhogs/book2004/giraldo/giraldo.pdf
- Gutiérrez, H. 2015. Sustratos gluconeogénicos y energía en la nutrición porcina (en línea), Mexico, Consultado en 4 abr. 2019, Disponible en: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/sustratos-gluconeogenicos-energianutricion-t32725.htm>
- Herrera, H. 2010. Sustratos gluconeogénicos y energía en la nutrición porcina. (En Línea). Consultado en 30 Abr. 2019. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/Sustratos-Gluconeog%C3%A9nicos-y-energ%C3%ADa-en-la-nutrici%C3%B3n-porcina>
- Hibbitt, KG. Bovine ketosis and its prevention, Vet. Rec. 105, 13-15, 1979.
- INNOVO (Innovaciones Nutricionales S.A de C.V.). 2017. ATP Booster. Potenciador de la Energía. (Pdf). Inovo. 1-2.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN). 2018. página oficial (en línea). Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/>
- Mendoza, JA. 2018. Inclusión de Lipofeed® como fuente de energía en dieta de cerdas gestantes y lactantes (en línea). Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. Honduras. Consultado en 09. May. 2019. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6349/1/CPA-2018-T060.pdf>.
- Patience, JF. 2009. La energía de la dieta en el ganado porcino (en línea). Estados Unidos, Consultado en 19. Jul. 2018. Disponible en: <https://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10231/articulos-nutricion-archivo/la-energia-de-la-dieta-en-el-ganado-porcino.html>
- Palomo, A. 2004. Mortalidad en lechones pre destete (en línea). España. Consultado en 06. Abr. 2019. Disponible en: http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/4/cys_4_Mortalidad_lechones_predestete.pdf
- Paulino, JA. 2014. Manejo de cerdito destetado precoz y ultra precoz (en línea). República Dominicana. NTECRD. SA. Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/manejo-cerdito-destetado-precozt26476.htm>
- Quiles, A. 2004. Factores que inciden en la mortalidad neonatal en los lechones. (en línea). Disponible en: <http://www.vet-uy.com/articulos/cerdos/050/0023/porc023.htm>
- Vélez, JE. 2011. Evaluación del impacto de la pérdida de peso y condición corporal durante la lactancia en cerdas primerizas (en línea). Tesis. Lic. Industria Pecuaria, Colombia. UL. Consultado el 09.Abr.2019. Disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/828/1/Perdida_peso_intervalo_destete_servicio.pdf?fbclid=IwAR2gatjMsMhQNUmbdFeIE1JUgmAhVPZkNJBYS15UmPimax7tvU9f63yb-po

