

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Efecto del uso de Propilenglicol como aditivo gluconeogenico en cerdas lactantes en granja El Progreso, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, El Salvador.

POR:

REYNA ISABEL BENITEZ HERNANDEZ

ROXANA ERNESTINA BURGOS HENRIQUEZ

MONICA GISELLE UMAÑA FERNANDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA SEPTIEMBRE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



Efecto del uso de Propilenglicol como aditivo gluconeogenico en cerdas lactantes en granja El Progreso, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, El Salvador.

POR:

REYNA ISABEL BENITEZ HERNANDEZ

ROXANA ERNESTINA BURGOS HENRIQUEZ

MONICA GISELLE UMAÑA FERNANDEZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CIUDAD UNIVERSITARIA SEPTIEMBRE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

ING. AGR. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO

ING. AGR .MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

F. _____

ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

DOCENTE DIRECTOR

F. _____

ING. DAVID ERNESTO MARÍN HERNANDEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

F. _____

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

Titulo

Efecto del uso de Propilenglicol como aditivo gluconeogenico en cerdas lactantes en granja El Progreso, municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, El Salvador.

Resumen.

La investigación se llevó a cabo en cerdas de la línea PIC® de primer a cuarto parto, en la granja el progreso ubicada en el municipio de Suchitoto, Cuscatlán, en el periodo comprendido entre Noviembre 2018 a Enero 2019. El propósito fue evidenciar la mejora en producción láctea, al usar adición al alimento de gluconeogenico 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 eran divididas (10 por número de parto). Las cerdas se pesaron al salir del área de gestación y el día del destete se pesaban lechones y cerdas al salir de maternidad, 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, el propilenglicol se suministraba vía oral como aditivo en el alimento, brindándosele 2 veces al día durante todo el período de lactancia, la dosis usada fue 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 ($p < 0.05$), si 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 perdida de peso; primer y segundo parto para conversión alimenticia, en peso al destete de lechones hay 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: propilenglicol, gluconeogenico, producción láctea.

Summary.

The investigation was carried out in sows of the PIC® line from first to fourth parturition, in the farm the progress located in the municipality of Suchitoto, Cuscatlán, in the period between November 2018 to January 2019. The purpose was to demonstrate the improvement in milk production, when using addition to gluconeogenic propylene glycol food. 80 experimental units were used, 40 for the control treatment and 40 for the treatment with propylene glycol, the 40 sows of each treatment were divided (10 by delivery number). The sows were weighed when leaving the gestation area and the day of weaning piglets and sows were weighed when leaving maternity, the sows chosen for the study had to be homogeneous and not have very high weight ranges among them, besides being in optimal conditions. health conditions and not having negative histories during childbirth or maternity, propylene glycol was given orally as an additive in the food, giving it 2 times a day during the entire lactation period, the dose used was at a rate of 1 kg per ton.

The sows chosen for the study must be homogeneous and not have very high weight ranges among them, in addition to being in optimal health conditions and not having negative histories during labour or maternity. According to the results obtained through the Wilcoxon-Mann-Whitney statistical test with a level of significance of 0.05 ($p < 0.05$), there are significant differences between treatments for body condition and feed conversion in sows of all farrow, being more efficient in sows of first parturition for body condition; First and second parturition for feed conversion, In weight at weaning of piglets there is a significant difference for sows of first and third farrow, no significant difference being found for the number of piglets weaned for sows of any parturition.

Key words: propylene glycol, gluconeogenic, dairy production.

Agradecimientos

Quiero darle las gracias primeramente a Dios por ser el autor de mi vida y por permitirme vivir esta etapa única y especial para mí ya que es un sueño que por su misericordia podré cumplir.

A mi madre y compañera de estudios Reyna Guadalupe Hernández y a mi papá José Trinidad Benítez que me apoyaron desde el principio hasta el fin en toda mi vida académica, por siempre creer en mí y nunca dejarme a pesar de las circunstancias de la vida. Siempre con su buen ejemplo y dedicación, me mostraron que la perseverancia y la dedicación pueden llevarte al éxito.

A mi tía Ana Gladys Benítez quien desde que tengo memoria ha sido mi apoyo y ayuda incondicional y por ser un ejemplo a seguir, no solo por tomarse la molestia de actuar como tía sino ser una segunda madre en mi vida.

A mi novio Herber Geovany Arauz por haber estado en una etapa muy importante de mi carrera, por sus consejos, por mostrarme la honestidad, la transparencia y darme su apoyo y sobre todo el amor incondicional que me ha mostrado hasta este día.

A mi asesor de tesis, Ing., Ernesto Marín por confiar en este proyecto y por su paciencia en todo momento. Al Dr. Héctor Alvarado por depositar su total confianza y por sus consejos durante toda la investigación.

A mis compañeros de trabajo en veterinaria Monserrat, por tenerme paciencia, por animarme y mostrarme su apoyo en toda la investigación.

A mis compañeras de tesis que hasta la fecha me han mostrado que no solo son compañeras sino unas excelentes amigas incondicionales. A Roxi por haber hecho un esfuerzo y mostrarme tu leal e incondicional amistad que sin dudarlo supimos que íbamos a llegar juntas hasta el final. A Mónica por mostrarme que puedo contar con ella en las buenas y en las malas en todo momento.

A todo el personal de la granja que nos ayudaron desde principio a fin y fueron incondicionales al momento de desarrollar la fase de campo.

A todos, gracias.

Reyna Isabel Benítez Hernández.

Agradecimientos

A Dios en primer lugar por ser la base y la fuerza en todo este trayecto, a la Virgen María por alumbrar siempre mi camino y ponerme las personas correctas en el lugar indicado, a San Judas Tadeo santo de los imposibles, por permitirme cumplir uno de los sueños más grandes en mi vida.

A mis papás Roxana Patricia de Burgos y Manuel Burgos por todo el apoyo incondicional que he recibido por parte de ellos, por nunca dejar de creer en mi e impulsarme a seguir adelante, a pesar de todo lo que hemos pasado siempre permanecemos juntos y son mi mejor ejemplo de familia.

A mi hermano Héctor Ernesto Burgos por siempre alentarme a seguir adelante y ser mi mayor ejemplo de perseverancia y que las cosas con esfuerzo y dedicación se logran.

A mi novio, colega y amigo, Fausto Javier Chávez, por ser mi mejor ejemplo de persistencia, sinceridad y humildad, porque me ha enseñado mucho profesionalmente y siempre me ha impulsado a no desesperarme, sobre todo a encontrarle el lado bueno hasta la peor de las circunstancias.

A mi asesor de tesis, Ing., Ernesto Marín por su apoyo, confianza y paciencia incondicional en todo este trayecto, así como al Doctor Héctor Alvarado por su confianza y apoyo, por todos sus consejos aun en los momentos de desesperación, de corazón gracias.

A mis compañeras de tesis, Mónica Umaña e Isabel Benítez, por su paciencia y apoyo, fue una aventura llena de muchos obstáculos, que supimos superar, especialmente a vos mi hermana y mejor amiga Isabel, gracias por tu compañía y tus locuras, siempre supimos que juntas llegaríamos al final.

Gracias a todos los que no están acá, pero que de una u otra forma colaboraron a que mi sueño se llevara a cabo, desde su apoyo económico hasta su apoyo moral, les estaré siempre inmensamente agradecida.

Roxana Ernestina Burgos Henríquez

Le quiero dar gracias a Dios por permitirme llegar hasta aquí y poder contar con todas las personas que han estado a mi lado en este largo trayecto.

Quiero agradecerles a mi papá y a mi mamá que han sido el apoyo #1 en mi vida. Gracias por acompañarme en cada paso de mi vida. Los amo muchísimo y todos mis logros son suyos completamente.

A mis hermanos mayores por ser grandes ejemplos a seguir y enseñarme el camino que hay que seguir.

A mi compañero de muchas, a pesar de la distancia siempre se mantiene presente, a mi alero y gran apoyo Víctor.

A mis compañeras de tesis Roxana e Isabel por la paciencia. Siempre voy a recordar esta historia donde vivimos experiencias que cambian la vida. Especialmente las que nos daban miedo y lo convertíamos en risas.

Quiero agradecerle al ing. Ernesto Marín por los regaños y apoyo en esta etapa, principalmente por ser muy paciente con nosotras.

Al doctor Héctor Alvarado por ser un guía, abrírnos las puertas a lo largo del proyecto y su amistad.

A mis amigos y amigas por siempre estar ahí en los buenos y malos momentos. Especialmente a mis compañeros de VLM donde he tenido la dicha de aprender y entablar grandes amistades que quiero conservar por siempre.

Al personal de la granja El Progreso por su ayuda y apoyo durante toda la fase de campo.

Mónica Giselle Umaña Fernández

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada, a todas las personas que han colaborado de alguna u otra manera a la realización de la misma, inicialmente al autor de todo que es Dios, a nuestros padres, hermanos, asesores internos y externos y docentes. A todos aquellos que nos alentaron a conseguir nuestro mayor sueño.

Reyna Isabel Benítez Hernández

Roxana Ernestina Burgos Henríquez

Mónica Giselle Umaña Fernández

Índice general

Resumen.....	iv
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
1.1 Situación actual de la porcicultura en El Salvador.....	2
1.2 La porcicultura en el ámbito económico de El Salvador.....	2
1.3 Infraestructura del área de maternidad.....	2
1.3.1 Requerimientos ambientales.....	2
1.3.2 Diseño de la paridera.....	3
1.4 Líneas genéticas.....	4
1.5 Cerdas hiperprolíficas.....	4
1.6 Sementales Terminales:.....	4
1.7 Líneas Maternales:.....	5
1.8 Condición Corporal.....	5
1.9 Manejo de la reproducción.....	7
1.10 Identificación del momento del parto.....	7
1.11 Manejo de recién nacido.....	7
1.12 Edad al destete.....	8
1.13 Aspectos importantes en la alimentación de cerdos.....	8
1.14 Ingredientes utilizados en la alimentación de cerdos.....	8
1.15 Aminoácidos y proteínas.....	9
1.16 Macro minerales.....	9
1.17 Fuentes de energía.....	9
1.17.1 Carbohidratos.....	9
1.17.2 Grasas.....	10
1.18 Alimentación de cerdos de mercado.....	10
1.19 Alimentación de la cerda al momento del parto.....	10
1.20 Alimentación de cerda lactante.....	11
1.21 Alimentación de lechones.....	11

1.22	Calostro y la importancia de su consumo	12
1.23	Producción y disponibilidad de la leche	13
1.24	Nutrición de lechones recién nacidos.	13
1.25	Fisiología digestiva del cerdo	14
1.26	Ciclo de Krebs	14
1.27	Gluconeogénesis	15
1.28	Mamogénesis y lactogénesis.....	15
1.29	Balance Energético.....	16
1.30	Propilenglicol.....	16
1.31	Gluconato de Calcio	17
1.32	Mecanismo de Acción del producto.....	18
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
2.1	Localización y Características del lugar	18
2.2	Duración de la investigación.	18
2.3	Unidades Experimentales.....	19
2.4	Metodología de Campo.....	19
2.4.1	Descripción de las instalaciones.....	19
2.4.2	Preparación de la ración alimenticia.....	19
2.4.3	Selección de las cerdas.....	21
2.4.4	Manejo de la cerda post parto.....	22
2.4.5	Peso de Placenta.	22
2.4.6	Manejo de lechones.	22
2.4.7	Consumo de alimento de la cerda.....	23
2.4.8	Consumo de alimento del lechón.....	23
2.4.9	Destete.	23
2.4.10	Toma de Datos	23
2.5	Metodología estadística	24
2.5.1	Tratamientos	24
2.5.2	Variables evaluadas.....	24
2.5.3	Análisis Estadístico	25
2.5.4	Metodología económica.	25
3	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	26

3.1	Peso al destete de la camada.....	26
3.2	Conversión alimenticia.....	27
3.3	Pérdida de peso.....	29
3.4	Número de lechones destetados cerdas de primer a cuarto parto.....	31
3.5	Análisis económico.....	34
4	CONCLUSIONES.....	36
5	RECOMENDACIONES.....	37
6	BIBLIOGRAFÍA.....	38
7	ANEXOS.....	44

Índice de Cuadro

Cuadro 1.	Características Líneas Terminales.....	5
Cuadro 2.	Requerimientos nutricionales de la cerda lactante.....	11
Cuadro 3.	Requerimientos nutricionales para el destete temprano de PIC.....	12
Cuadro 4.	Requerimientos nutricionales de lechones de la línea PIC®.....	12
Cuadro 5.	Formula lactancia cerdas testigo.....	20
Cuadro 6.	Perfil nutricional lactancia cerdas testigo.....	20
Cuadro 7.	Formula lactancia cerdas tratamiento.....	20
Cuadro 8.	Perfil nutricional cerdas tratamiento.....	21
Cuadro 9.	Rangos de peso para selección de cerdas.....	21
Cuadro 10.	Peso al destete de la camada, cerdas de primer a cuarto parto.....	26
Cuadro 11.	Peso promedio de lechones, al nacimiento y destete.....	27
Cuadro 12.	Conversión alimenticia, cerdas de primer a cuarto parto.....	28
Cuadro 13.	Promedio consumos diarios tratamiento propilenglicol.....	29
Cuadro 14.	Promedio consumos diarios tratamiento testigo.....	29
Cuadro 15.	Pérdida de peso, cerdas de primer a cuarto parto.....	30
Cuadro 16.	Número de lechones destetados, cerdas de primer a cuarto parto.....	31
Cuadro 17.	Consumos y costos de concentrado de cerdas en estudio.....	34
Cuadro 18.	Presupuesto para tratamiento testigo.....	34
Cuadro 19.	Presupuesto para tratamiento con propilenglicol.....	35

Índice de Figuras

Figura 1.	Momentos para la medición de la grasa dorsal.....	6
Figura 2.	Efecto de la alimentación con propilenglicol sobre el peso de lechones (Kg) al destete, en cerdas de primer a cuarto parto.....	27

Figura 3. Comparación de conversión alimenticia de cerdas de primer a cuarto parto.....	28
Figura 4. Comparación de pérdida de peso de cerdas de primer a cuarto parto.....	30
Figura 5. Número de lechones al destete.....	32
Figura 6. Interacción lechones inicio lactancia y destete.....	32
Figura 7. Porcentaje de mortalidad en lechones.....	33

Índice de Anexos

Anexo A- 1. Cerdas a seleccionar en gestación.....	44
Anexo A- 2. Galera no climatizada.	44
Anexo A- 3. Galera climatizada.....	44
Anexo A- 4. Elaboración de concentrado.	45
Anexo A- 5. Identificación de sacos de concentrado.....	45
Anexo A- 6. Identificación de cerdas en tratamiento.	45
Anexo A- 7. Rótulos para identificar cerdas alimentadas con propilenglicol.	45
Anexo A- 8. Pesaje de lechones al nacimiento.	46
Anexo A- 9. Pesaje de lechones al nacimiento.	46
Anexo A- 10. Identificación de lechones antes del destete.	46
Anexo A- 11. Pesaje de lechones al destete.	46
Anexo A- 12. Pesaje de cerdas al salir de maternidad.	47
Anexo A- 13. Pesaje de cerdas al entrar a maternidad.....	47
Anexo 14. Pesos de cerdas tratamiento propilenglicol.	49
Anexo 15. Pesos de cerdas tratamiento testigo.....	50
Anexo A-16. Formato para recolección de datos.....	51
Anexo A-17. Formato para recolección de datos al destete.....	52

INTRODUCCIÓN.

La porcicultura es la actividad que incluye la crianza, alimentación y comercialización en cerdos. El principal objetivo de la explotación porcina es la producción de lechones ideales para su explotación (SAGDPA, 2015). Las granjas tecnificadas poseen un manejo especializado que comprenden aspectos importantes para un diseño óptimo (Castellanos, 2012).

La eficiente producción en una granja depende de múltiples factores como la ubicación y establecimiento de la granja, que son influyentes para no producir stress en las cerdas. En las explotaciones tecnificadas se pueden encontrar galeras climatizadas, las cuales consisten en el control de la humedad, temperatura, ventilación, luz, distribución por animal e infraestructura en general orientada a la comodidad de los cerdos. La distribución de las diversas áreas de producción dentro de la granja tiene como mínimo un kilómetro de distancia entre ellas evitando el hacinamiento. Las buenas prácticas de manejo incluyen la bioseguridad, que son aquellas normas, técnicas y prácticas aplicadas por el personal con el fin de evitar la exposición no intencional a patógenos y toxinas, o su liberación accidental, pudiendo estos incidir en la salud de los trabajadores (Medical Assitant, 2018).

La alimentación eficiente de las cerdas en maternidad es una de las prácticas más importantes de una porqueriza, ya que de ella dependen no solo los rendimientos productivos de los porcinos, sino también la rentabilidad de la granja, para ello debe tener en cuenta una buena alimentación y agua a libre consumo permitiendo el buen desarrollo de lechones por medio de la alta producción láctea de la cerda.

El problema que se presenta con frecuencia en las granjas porcinas es el desgaste de la hembra lactante, por la ausencia de generación de energía suficiente que conlleva la etapa de lactación por lo tanto son utilizadas en exceso las reservas del organismo de la cerda finalizando el periodo de lactación con pérdidas excesivas de peso.

La generación de energía se da principalmente en las mitocondrias de las células hepáticas, el propilenglicol es un gluconeogenico que da origen a la biosíntesis de una nueva fuente de glucosa.

El objetivo del estudio es buscar una alternativa económicamente rentable para disminuir las pérdidas de peso de la cerda durante la lactación, optimizando el metabolismo de los nutrientes; así mismo destetar lechones con más peso y disminuir la mortalidad durante este periodo.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1 Situación actual de la porcicultura en El Salvador

En El Salvador las granjas porcinas están representadas por La Asociación Salvadoreña de Porcinocultores (ASPORC), la cual comenzó sus funciones en el año de 1984. Según datos proporcionados por ASPORC, las granjas de cerdos presentes en el subsector, se encuentran clasificadas en granjas tecnificadas que conforman un 75% y granjas de traspatio que conforman un 25%, permitiendo una producción total aproximada de 320,420 cabezas anuales con una producción de carne de 12,210 Toneladas Métricas, siendo los parámetros de producción más altos en una granja tecnificada. De la carne producida un 10 – 12% es comercializado a empresas embudidoras y el resto como carne fresca al mercado nacional (Alvarenga y Ramírez, 2005).

1.2 La porcicultura en el ámbito económico de El Salvador

En El Salvador la producción porcina se ha desarrollado logrando un crecimiento en producción mediante la adopción de tecnificación; esto ha significado mayores exigencias en los requerimientos nutricionales y por lo tanto una mayor dependencia en volúmenes de materias primas para la alimentación, principalmente en maíz amarillo y soya, estos reflejan en los últimos cinco años un incremento de precios internacionales del 47% y 26% respectivamente sin observarse que el valor del cerdo en pie haya aumentado en el mismo periodo por lo que se ha mantenido entre \$0.90 y \$1.10 (ASPORC 2014).

Este estancamiento de precios y costos de producción atraído como consecuencia que muchos porcinocultores no alcanzan a cubrir sus costos de alimentación principalmente los medianos y pequeños productores. (ASPORC 2014).

En algunas zonas del país existen subproductos de la agricultura e industria alimenticia los cuales se utilizan en la alimentación de cerdos, con la finalidad de disminuir costos en la alimentación y en algunos casos sin tener conocimientos técnicos del manejo de los mismos, sus contenidos nutricionales, ni los rendimientos que se pueden obtener al proporcionar dichos subproductos. Algunos subproductos que destacan en El Salvador son vísceras de pollo y de res sometidas a proceso de cocción, yuca, plátano sin valor comercial, desperdicios de boquitas de la industria alimenticia (Aguilar *et al*, 2017).

1.3 Infraestructura del área de maternidad.

1.3.1 Requerimientos ambientales

En área de maternidad las cerdas deben mantenerse en un ambiente que se mantenga en un rango de 12.7°C – 23.9°C. Entre más cercana esté la temperatura al rango superior, el apetito y desempeño de la hembra disminuye (Castellanos, 2012).

El enfriamiento de las cerdas es beneficioso especialmente en climas cálidos. La frecuencia respiratoria se mantiene en rangos bajos y aumenta la ingesta de alimento; se disminuye la pérdida de peso durante la lactancia. A esta área ingresan las cerdas como mínimo cinco días antes de la fecha estimada de parto y permanecen durante todo el periodo de lactancia (21 a 28 días). La sala de maternidad debe estar cuidadosamente diseñada pensando en el confort tanto de la madre como de los lechones, lo crucial en este punto es que ambos tienen diferentes requerimientos ambientales ya que el punto neutral de termorregulación es diferente en ambos casos. Será tomado muy en cuenta la facilidad para el suministro de alimento y agua a la cerda, debiendo alcanzar un consumo promedio por día durante el periodo de lactancia superior a 6 kilos (13.2 libras). Lo cual es más factible llegar manejando un adecuado ambiente y confort para la cerda. El diseño de la sala de maternidad tiene una fuerte incidencia en el rendimiento en esta etapa. Asumiendo que la salud de las cerdas está en un nivel óptimo, y dándoles un ambiente y confort adecuado se logrará altos consumos tanto de alimento como de agua, esto consecuentemente lleva a una alta producción láctea la cual es aprovechada por los lechones lactantes dando como resultado un mejor peso al destete (Castellanos, 2012).

Generalmente es suficiente una sala de partos por cada lote de cerdas. Sin embargo, en granjas de más de 2.000 cerdas podría merecer la pena disponer de dos salas de partos por lote para repartir los trabajos de limpieza de las cuadras y de desplazamiento de las cerdas durante más días. La versión americana consiste en diseñar cada sala de maternidad para 20-24 cerdas y destetar 4-5 días por semana. Es de crucial importancia el control de la temperatura de la unidad de maternidad. Alojar en la misma unidad dos tipos de animales, con exigencias de temperatura totalmente opuestas, no es una tarea fácil. El lechón neonato necesita una temperatura de 34 °C al nacer, que baja hasta 28-30 °C al destete, mientras que la cerda requiere preferentemente una temperatura de 20-22 °C en el parto y 15-16 °C a las 3-4 semanas cuando la producción de leche y el consumo de pienso alcanzan su pico máximo (Castellanos, 2012).

1.3.2 Diseño de la paridera

La segunda característica importante de la jaula de partos es el control de los movimientos corporales de la cerda mientras está tumbada. Investigadores daneses ha estudiado varios diseños distintos. Recomiendan unas dimensiones de paridera de 2,7 x 1,8 m para alojar razas prolíficas modernas. Por otra parte, proponen que la longitud de la jaula sea de 200-210 cm y tenga un ancho ajustable de 35 hasta 90 cm. El ancho de la jaula debe ser ajustable para dejar espacio para los lechones según van creciendo. En el parto la paridera debe ser estrecha para obligar a la cerda a tumbarse despacio. Las barras de acero de las jaulas deben ser horizontales para facilitar el acceso a la cerda. La barra inferior debe tener separaciones verticales y no debe impedir la función de lactancia y cría. Las jaulas danesas siempre están colocadas en una esquina que deje espacio suficiente para la zona de descanso. Además, esta posición le permite al cuidador moverse con libertad alrededor de la jaula sin salir de la paridera (Pig333, 2010).

El suelo no debe dañar a la cerda ni a los lechones y no debe ser resbaladizo en la zona de la cerda, preferiblemente de hierro fundido de 10/10 mm, y debe proporcionar una buena higiene de la cuadra en general (Pig333, 2010).

La falta de agua es el primer factor limitante para una producción elevada de leche. Por lo tanto, se debe suministrar a la cerda un bebedero de agua de alto rendimiento (2 litros/min). Un suministro bajo de agua es uno de los fallos tecnológicos más frecuentes en las salas de parto (PIC, 2015).

Los lechones también deben tener acceso a un bebedero chupete o cazoleta. Pero es importante tener en cuenta la higiene del agua. Dado que los lechones no activan el chupete de agua durante el primer par de semanas después del nacimiento, hay que retirar el agua vieja de la boquilla antes de que empiecen a usarla (England *et al.* 2015)

El abrevadero de la cerda debe tener una forma que se adapte a su anatomía (cabeza) y a sus movimientos al comer. Por lo general, debe tener una capacidad de 20 litros como mínimo. El diseño del abrevadero debe ser fácil de limpiar, sin esquinas ciegas ni bordes afilados que puedan herir a la cerda (Pig333, 2010).

1.4 Líneas genéticas

Conjunto de animales homocigoto que pueden pertenecer a una raza, variedad o estirpe, logrados por consanguinidad, con unas características genéticas similares obtenidos mediante la selección de ciertos caracteres de interés (ECURED, 2009).

1.5 Cerdas hiperprolíficas

Según la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 1993) El potencial genético y prestaciones de la cerda comercial han cambiado considerablemente durante las últimas décadas. Las cerdas tradicionales han evolucionado para alcanzar una mayor envergadura, más magras y más productivas (PIC, 2015).

La aparición de cerdas hiperprolíficas el manejo ha adquirido gran importancia dentro del sector porcino (San Joaquín, 2015). La productividad de las reproductoras se valora en lechones destetados o en kilogramos de lechón destetado durante su vida productiva. Las metas de las cerdas PIC son obtener 15.7 nacidos totales, 14.7 nacidos vivos y 13.7 cerdos destetados por parto con un peso promedio al destete de 14.3 lb (6 kg) a los 19 a 22 días de edad (PIC, 2015).

1.6 Sementales Terminales:

Entre los sementales terminales están: PIC 337, 327, 410, 362, 408, 280, 380, 359 y el 8.0 que es la línea que posee La Granja El Progreso (PIC, 2018).

1.7 Líneas Maternales:

Cuadro 1. Características Líneas Terminales.

Características Líneas Terminales.		
Camborough	Camborough 29	Camborough 24
Está concebida para maximizar los kilos por cerdo destetado por año, con una excelente eficiencia alimenticia. Adicionalmente, la Camborough puede ser cargada típicamente tres semanas antes que otras genéticas, lo que resulta en un número mayor de destetados por tiempo productivo de la cerda y con menor costo de producción.	Alta capacidad reproductiva y maternal, la hembra ideal para reducir costos de producción	Fortaleza que le permite tener buen desempeño en cualquier entorno, buena habilidad materna, hembra de buena productividad, excelente conformación, temperamento dócil que facilita el trabajo en granja

Fuente: PIC, 2015.

1.8 Condición Corporal.

Independiente del tipo de instalaciones y tamaño de la operación, las hembras deben ser observadas todos los días para estar seguros de que ellas están en buena condición corporal y manteniendo la preñez. Cualquier hembra que parezca estar enferma, coja o no alimentándose debe ser tratada de acuerdo a los protocolos de la granja. Las hembras que no parecen capaces de completar la gestación y parir una camada saludable deberían ser consideradas para eliminación (PIC, 2015).

La ganancia neta de peso materno, excluido útero grávido y glándula mamaria, depende del peso del animal, de su composición corporal y del ciclo. Así, puede considerarse una ganancia neta máxima de alrededor de los 45 kg en una cerda durante su primera gestación, y de prácticamente 5 kg en una hembra a partir del 5°-6° parto, es decir, una vez alcanzado su peso de adulto (Baucells y Cerisuelo, 2004).

Se asume por tanto que, incluso en la madurez, una cerda tiene una cierta ganancia neta de peso durante la gestación que es perdida durante la lactación. Estos datos suponen que, como máximo, una cerda puede pasar de ganar peso al ritmo de 0,4 kg/día (45 kg/112 días) en su primer ciclo, a prácticamente tener una ganancia neta una vez alcanzada su madurez de escasamente 40 g/día (Baucells y Cerisuelo, 2004).

La ganancia de peso neto materno también cambia, siendo superior al principio de la gestación que al final de la misma y mayor en los primeros ciclos, debido a que la hembra todavía está creciendo (Baucells y Cerisuelo, 2004).

Es difícil establecer una meta para los tratamientos individuales ya que dependen de diversos factores como estado sanitario, calidad de la mano de obra, condición corporal, nivel de productividad, instalaciones, tipo y calidad del piso y condiciones ambientales. Los equipos altamente productivos apoyan el alto rendimiento mediante la detección temprana de los problemas de salud y la implementación de estrategias sólidas al observar el primer signo de enfermedad (PIC, 2015).

Como regla general, no es poco razonable que cada día, aproximadamente el 5% del inventario de la sala de partos y el 1% del inventario de servicios y gestación reciban tratamiento individual (PIC, 2015).

Una cerda no debe entrar a maternidad con exceso ni falta de peso. La cerda delgada no logra recuperar peso durante la lactación, comprometiendo de esta manera el éxito de la gestación sucesiva; será más susceptible a lesiones traumáticas debido a la escasez de grasa de cubrición. La cerda obesa está destinada a tener un parto débil y a menudo distócico. Un método más objetivo para evaluar el estado corporal de las cerdas es la medición de la grasa dorsal a través de un aparato de ultrasonidos. Para una correcta medición es necesario hallar el punto P2 (6,5cm de la línea mediana del lomo a la altura de la última costilla). (Faccenda, 2005) (Anexo A-1)

El exceso de deposición de grasa dorsal durante la gestación determina una movilización de grasa en lactación según la siguiente relación (D. Grove): cada aumento de 1mm (en P2) en gestación corresponde a la pérdida de 0.36mm en lactación. En consecuencia es necesario limitar el consumo de energía durante la gestación para estimular una mayor ingestión de alimento en lactación y minimizar así la pérdida de grasa dorsal. (Faccenda, 2005).

Los tres principales momentos para la medición de la grasa dorsal

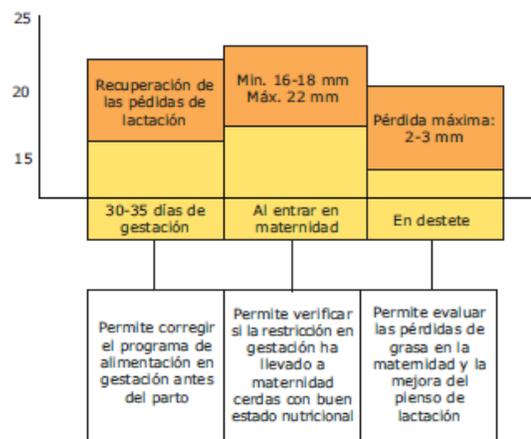


Figura 1. Momentos para la medición de la grasa dorsal

1.9 Manejo de la reproducción.

El manejo general de granjas porcinas comerciales se basa en la planificación de actividades, que es especialmente importante en granjas de madres. El primer objetivo de la planificación es establecer un flujo constante de animales, lo más homogéneo posible, con objeto de poder realizar una óptima gestión de los medios de producción (instalaciones, mano de obra). Para ello, en una granja de madres, todas las cerdas del rebaño se distribuyen en “lotes” de un número lo más homogéneo posible de animales. Todas las cerdas que forman parte de un “lote” están en un mismo punto del ciclo reproductivo y productivo. En definitiva, las cerdas del mismo “lote” se cubren y paren en periodos muy cortos (2-3 días) y son destetadas el mismo día (Paramino *et al*, 2010).

La principal herramienta para realizar una buena planificación es establecer un buen manejo y control del ciclo reproductivo. La concepción marca el inicio de la producción y los distintos periodos del ciclo productivo están asociados al ciclo reproductivo. En comparación con otras especies ganaderas el porcino se caracteriza por su alta prolificidad (nº de lechones por parto, entre menos de 9 y más de 15), una corta duración de la gestación (114 días) y una rápida restauración del ciclo sexual después del destete (3-5 días) que permite a las hembras poder producir un número elevado (20- 30) de lechones por año (Paramino *et al*. 2010).

El macro ambiente para las cerdas en el área de maternidad debe ser de 21°C – 23°C en los primeros 3 días, luego de eso debe mantenerse en 19°C (PIC, 2015).

1.10 Identificación del momento del parto.

Para garantizar el manejo correcto durante el parto se debe identificar los síntomas que indican que se acerca la hora de parición. La presencia de leche generalmente indica que el parto ocurrirá dentro de las próximas 24 horas. Al inicio se observa leche grisácea y a medida que se acerca el momento de dar a luz, se vuelve blanquecina (England *et al*, 2015).

El comportamiento de la cerda puede indicarnos que se acerca el momento del parto, suelen mostrarse nerviosas, intentan hacer una cama o nido, aumentan la frecuencia de micción o intentan escapar. Para inducir el parto se pueden administrar prostaglandinas (England *et al*, 2015).

1.11 Manejo de recién nacido.

La preparación de las galeras antes del nacimiento de la camada es importante. Se debe intentar manejar un flujo “Todo-dentro/Todo-fuera”. Se deben realizar reparaciones con las galeras vacías. Limpiar y desinfectar galeras entre cada uso. Verificar el funcionamiento de los ventiladores, bebederos, comederos y lámparas antes de trasladar a las cerdas. Tratar de cargar las galeras para el día 112 de la gestación. (PIC, 2015)

Las primeras 8 horas de vida de un lechón son las más determinantes para la mortalidad y sobrevivencia de los mismos (PIC, 2015). El micro ambiente bajo la lámpara de calor o sobre el tapete térmico debe ser de 32-35°C. El comportamiento de los lechones debe indicar que ellos están cómodos (PIC, 2010).

La primera tarea es secar a los lechones, se utilizan paños, toallas, polvos secantes, cajas de calor o alguna combinación, esto reducirá los lechones letárgicos. El secado de los lechones los ayudará a mantenerse tibios y activos hasta que tomen calostro (PIC, 2010). Secar a los recién nacidos los ayudará a mantenerse calientes y activos hasta el consumo del calostro. El secado garantiza la recuperación de la temperatura corporal de los lechones luego del nacimiento (PIC, 2015).

1.12 Edad al destete.

Edad de Destete Se recomienda una edad de destete mínima de 17 días con una edad promedio de 20-22 días. PIC además recomienda un peso promedio al destete de 5.44 Kg con un mínimo de 3.62 Kg. Los cerdos menores a 17 días de edad o más pequeños que 5.44 Kg requieren cuidados extras y nutrición (PIC, 2010).

1.13 Aspectos importantes en la alimentación de cerdos.

El principal objetivo de la producción porcina es obtener la mayor ganancia de peso de los animales, con el menor consumo de alimento y tiempo de engorda posible. Las buenas prácticas nutricionales son esenciales para una buena salud y producción del ganado porcino, en la ración diaria será necesario proveer de una cantidad adecuada de nutrientes para obtener una buena ganancia diaria de peso, este proceso y la cantidad necesaria de alimento apropiado y balanceado para el estado productivo del animal que satisfaga sus requerimientos nutricionales de energía, proteína, minerales, vitaminas y agua (Alvarenga y Ramírez, 2005).

1.14 Ingredientes utilizados en la alimentación de cerdos

En la alimentación de los cerdos existe una gran variedad de ingredientes que pueden utilizarse en la formulación de una dieta. El nivel de uso de estos ingredientes en la ración, estará determinado por la composición nutricional del producto, de las restricciones nutricionales que tenga para las diferentes etapas productivas y del requerimiento de nutrimentos que se quiera satisfacer. Los ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados, los podemos dividir en cinco categorías que son: fuentes de energía, de proteína, de vitaminas, de minerales y los aditivos no nutricionales. El uso y tipo de estos productos depende mucho de la zona de producción o de las facilidades y precio de importación (Campabadal, 2009).

1.15 Aminoácidos y proteínas

Los aminoácidos son los bloques de construcción de proteínas que, en definitiva, permiten una alta eficiencia de crecimiento magro. Los cerdos de PIC tienen un alto potencial de deposición magra, incluso a un peso de mercado mayor. Por lo tanto, entender los impactos de cada aminoácido en los depósitos de proteína, así como otros procesos metabólicos es importante para maximizar el éxito con los cerdos (PIC, 2016).

1.16 Macro minerales

Los macro minerales participan en muchos procesos que van desde la estructura del ADN y el ARN para el desarrollo de los huesos, el equilibrio de electrolíticos y el crecimiento. Por lo tanto, ajustar los niveles macro minerales en la formulación de la dieta es un aspecto clave de una dieta formulada adecuadamente. Macro minerales macro como el calcio (Ca) y el fósforo (P) principalmente están implicados en funciones estructurales como el desarrollo de huesos y el metabolismo, pero también están relacionados con otras funciones metabólicas. Típicamente, los niveles mínimos de P los niveles de la dieta están definidos, y luego el nivel de Ca es definido como una proporción a P. Generalmente se recomiendan que la proporción de Ca total al total P esté entre 1 a 1.5 (Campabadal, 2009).

1.17 Fuentes de energía

La energía es un nutriente requerido por el ganado porcino en engorda en grandes cantidades. El manejo de estos ingredientes es de gran importancia, ya que cualquier anomalía repercutirá en la salud de los animales y en sus productos (Campabadal, 2009).

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 muy importante, primero para el mantenimiento del organismo y después para la realización de las funciones productivas, como el crecimiento, la lactación o la gestación (Patience, 2009).

Las fuentes primarias de energía son:

1.17.1 Carbohidratos.

A partir de granos como: trigo, maíz, sorgo y cebada, dependiendo de la disponibilidad y costos.

Las fuentes de energía más utilizadas para la alimentación porcina son el maíz, las grasas y/o aceites y los subproductos agroindustriales (Pinelli *et al.* 2004).

El maíz es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina. Contiene niveles de energía digestible y metabolizable de 3,5 y 3,3 Mcal/kg, respectivamente. El maíz posee niveles bajos de proteína (7,5 a 8,5%) es deficiente en lisina (0,22 a 0,25%), calcio

(0,03 a 0,05%) y fósforo aprovechable (0,08 a 0,10 %). No presenta restricciones nutricionales en su composición que limiten el nivel de inclusión en las dietas para cerdos; sin embargo, existen dos limitaciones que pueden afectar la utilización eficiente del maíz en la alimentación de cerdos; el contenido de micotoxinas y su grado de molienda (Campabadal, 2009).

1.17.2 Grasas.

Además de proporcionar energía aportan ácidos grasos esenciales como el linoleico; las grasas y aceites constituyen una fuente concentrada de energía que se debería utilizar en todas las dietas de cerdos en zonas cálidas. El objetivo es mantener al cerdo más fresco internamente y en los alimentos para lechones y cerdas lactantes, para incrementar la eficiencia de utilización de los alimentos y aumentar la producción de leche, evitando el desgaste corporal de la cerda lactante, que tanto afecta los rendimientos reproductivos. Siendo el más utilizado el aceite vegetal, principalmente el de soya, también se utilizan grasas de origen animal (cebo), o bien una mezcla de ambos, dependiendo de la disponibilidad y costos. En relación a los requerimientos nutricionales, se considerarán las necesidades de los animales en ácido linoleico u otros ácidos grasos poli saturados y el valor energético que se precise de la grasa (Campabadal, 2009).

1.18 Alimentación de cerdos de mercado

La alimentación de los cerdos de mercado comprende la etapa de lechones y la de desarrollo y engorde. El programa de alimentación que se desarrolle tendrá un efecto muy importante en el tiempo en que el cerdo alcance el peso de mercado. Es recomendable que el cerdo presente una ganancia de peso del nacimiento al mercado mayor a 600 gramos por día, para que alcance los 100 kg de peso entre 160 a 165 días de edad. Además, es importante que la cantidad de alimento para producir un kilogramo de peso sea menor a 3 unidades (Pinelli *et al.* 2004).

Además, pueden utilizarse aditivos, que son sustancias o microorganismos que se adicionan en pequeñas cantidades a las dietas para mejorar las funciones y/o calidad de las mismas influyen positivamente en las características de la ración o de los productos animales de acuerdo a sus propiedades o funciones se encuentran las siguientes categorías: Aditivos nutricionales: Aminoácidos como Lisina, Metionina, Treonina, Triptofano, Vitaminas, etc. Aditivos sensoriales: mejoran características organolépticas, sabores, aromas aditivos anticoccidianos: inhiben o eliminan coccidios (Labala, 2013).

Aditivos tecnológicos: Cualquier sustancia con fines tecnológicos. Aditivos zootécnicos: se usan para influir positivamente en la producción (Labala, 2013).

1.19 Alimentación de la cerda al momento del parto.

Las cerdas que está en su fecha de parto o que muestren señales que se acerca la hora de alumbramiento se deben de alimentar. Si al llegar la tarde no han presentado señales del

parto, alimentar con 3 libras de alimento (1.4kg) dos veces al día. Se debe suspender el ofrecimiento del alimento al primer signo que indique la parición (PIC, 2015).

1.20 Alimentación de cerda lactante.

La alimentación durante la etapa de lactación es la más importante del hato de cría por la alta demanda de nutrimentos (Cuadro 2) para la producción de leche y el problema de bajo consumo de alimento en zonas con temperaturas ambientales mayores a los 25 grados centígrados, el alimento debe darse a libre voluntad. Se le debe permitir a las cerdas que consuman si son primerizas de 5,5 a 6 kg por día y si son adultas de 6 a 7 kg por día. Este total de alimento debe ser repartido de 4 a 6 veces por día y en zonas calientes darlo a las horas más frescas y durante la noche. Cuando la cerda tiene menos de 8 lechones se debe dar 2 kg a ella y 0,5 kg por lechón. La forma más común de alimentar a la cerda es que consuma de 0,5 a 1 kg de alimento el día del parto y luego incrementarlo para que entre el quinto al sexto día esté a máximo consumo (Campabadal, 2009).

Los efectos positivos de maximizar el consumo de alimento en hembras lactantes PIC han demostrado en múltiples estudios; con incrementos en producción de leche y peso al destete de lechones minimizando la pérdida de peso de la cerda (Campabadal, 2009).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales de la cerda lactante.

Etapas	PC (%)	ED (Kcal/kg)	Lisina (%)	Metionina + Cistina (%)	Ca (%)	P Total (%)
Lactación	15	3350	1.32	0.66	0.85	0.62

Fuente: PIC, 2011

1.21 Alimentación de lechones

El programa de alimentación de lechones empieza a los 10 a 12 días de nacidos con la introducción de pequeñas cantidades (50 a 100 gramos) de alimento en las parideras como adaptación de alimento sólido al momento del destete. Un destete temprano es de los 21 días hacia abajo, en el cuadro 3 podemos observar los requerimientos nutricionales de un destete temprano (England *et al.* 2015).

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales para el destete temprano de PIC.

Nutriente	Unidad	Destete temprano (8 - 12lbs)
Tasa de crecimiento	Lb/d	0.34
Consumo de alimento	Lb/d	0.35
Alimento: Ganancia	Proporción	1.03
NRC EM	Kcal/lb	1550
Lactosa	%	20.0
Grasa total	%	3 a 6
SID lisina	%	1.46
Calcio	%	0.85 – 0.95
Fósforo	%	0.55
Sodio	%	0.35 – 0.85
Cloruro	%	0.40
Sal Adicionada	%	0.20
Harina de Soya	%	15

Fuente: PIC, 2011

Cuando los destetes son a los 28 días o menos, se utilizarán tres tipos de dietas; mientras que, si la edad a destete es mayor de 28 días, el programa de alimentación deberá ser de dos fases. Bajo nuestras condiciones de producción por el tipo de instalaciones y la calidad de las dietas, es mejor no destetar antes de los 21 días. Por razones económicas y de rendimientos reproductivos, no es recomendado destetar después de los 28 días de edad. Cuando el destete se hace a los 21 días, se debe esperar un peso al destete de unos 6 kg; mientras que cuando el destete es a los 28 días, el peso deberá ser de unos 8 kg. En ambas edades de destete es mejor utilizar tres fases de alimentación, la diferencia radica en la duración de la fase I (Pinelli *et al.* 2004). En el cuadro 4 se presentan los requerimientos nutricionales de los lechones de la línea PIC®.

Cuadro 4. Requerimientos nutricionales de lechones de la línea PIC®.

Etapas	PC (%)	ED (Kcal/kg)	Lisina (%)	Metionina (%)	Ca (%)	P Total (%)
Lechones	20	3600	1.22	28	0.85	0.45

Fuente: PIC, 2011.

1.22 Calostro y la importancia de su consumo

El calostro es un líquido previo a la leche, producido por las glándulas mamarias. Las características fundamentales del calostro son las siguientes: Es rico en anticuerpos maternos, Posee un valor nutricional elevado; por lo tanto, el calostro es el alimento primordial en el recién nacido dentro de sus primeras horas de vida para su supervivencia

y, por lo tanto, la práctica creciente de lactación alternativa no debe ir en contra de una toma precoz de calostro (UVIC, 2004).

Trabajos recientes muestran que la cantidad de anticuerpos maternos recibidos por el lechón depende, ante todo, de la precocidad de la ingestión del calostro. Los niveles de inmunoglobulinas en el calostro son considerablemente dentro de las primeras 5 horas, estando por encima de los 40mg/mL de IgG para bajar entre 30 y 10mg/mL entre las 6 y 24 horas respectivamente. Es necesario un mínimo de 100 a 150g de calostro para mantener la temperatura corporal por encima de la termoneutralidad (entre 30-35°C) del lechón recién nacido. Los más pequeños pueden tener una tasa de IgG aceptable, pero no haber ingerido una cantidad de calostro suficiente que les garantice un reabastecimiento de sus recursos energéticos (UVIC, 2004).

1.23 Producción y disponibilidad de la leche

Con la mejora del tamaño de las camadas y el aumento de la lactación a 21 días, la demanda de producción de leche debe continuar aumentando para satisfacer la demanda cada vez mayor de lechones más pesados. Las cerdas actuales pueden producir de 10 a 12 kg de leche al día siendo el día 21 de lactación el pico de producción. De hecho, las cerdas pueden producir más leche por kg de peso corporal que las vacas. Las cerdas pueden alcanzar y mantener altos niveles de producción de leche durante toda su vida productiva si se les da un nivel adecuado de energía y nutrientes. Los nutrientes más importantes para mantener la productividad óptima de leche son la energía y los aminoácidos (PIC, 2016).

1.24 Nutrición de lechones recién nacidos.

Es muy importante que cada cerdo reciba calostro inmediatamente y protección contra infecciones bacterianas comunes. Los anticuerpos de la leche materna son la mejor protección contra las bacterias (England *et al.* 2015).

Los lechones se pueden ver afectados a la hora de la alimentación de leche materna por factores diversos como madres agresivas, grandes camadas, problemas en la producción láctea o por ser lechones pequeños y débiles. Si no pueden alimentarse por su cuenta de la leche se debe administrar calostro mediante el uso de biberones o sondas gástricas. La alimentación artificial se puede realizar mediante la extracción de calostro de las cerdas y almacenar la leche para luego administrarla a los lechones más débiles de las camadas (England *et al.*, 2015).

Las cerdas apacibles con camadas de hasta tres semanas pueden usarse como madres nodriza para cerdos recién nacidos; es ideal alimentar con un poco de calostro antes de transferir a tal cerda. Los sustitutos de la leche de la cerda son nutricionalmente adecuados para los cerdos recién nacidos, pero carecen de anticuerpos; Contienen antibióticos, que

ayudan a controlar el crecimiento de bacterias desfavorables. Se ha obtenido un buen rendimiento y habitabilidad del cerdo con excelentes productos comerciales disponibles (England *et al.* 2015).

1.25 Fisiología digestiva del cerdo

Hay una conexión directa entre la fisiología del tracto digestivo y los parámetros productivos y de sanidad de los lechones, siendo ésta uno de los puntos de apoyo esenciales de la eficiencia alimentaria. El primer día de la vida del lechón es clave en dicha fisiología digestiva, derivada de la trascendencia de la ingesta de suficiente cantidad de calostro, más importante aún en los lechones de menor peso y viabilidad, ya que la mortalidad en la lactación se centra en más de las 2/3 partes en estos lechones y dentro de los primeros 3-5 días de vida. Los requerimientos de energía en el lechón recién destetado en base a su peso vivo son los máximos de toda su vida productiva (sobre las 200 kilocalorías EM). Por lo tanto, aquí cualquier fallo supone perder lechones (Palomo, 2004).

El sistema digestivo; compuesto por un largo tubo o tracto digestivo, glándulas anexas y órganos accesorios, capaces de ingerir los alimentos, realizar la digestión, absorción de sustancias nutritivas digeridas y eliminación de sustancias no absorbidas. El cerdo es un animal omnívoro, por lo que se alimenta tanto de proteína animal como de alimentos de origen vegetal, por tal motivo su sistema digestivo está desarrollado para digerir y absorber los nutrientes de ambas fuentes alimentarias; durante la digestión ocurre la degradación de las macromoléculas por la acción de las enzimas, en moléculas más simples. La digestión, aunque comienza en la boca de forma breve continua en el estómago y termina a nivel del intestino delgado (EcuRed, 2009).

La correcta mezcla, así como el tiempo de permanencia de la ingesta en el estómago está determinada por su estructura histológica y calidad del alimento. El estómago del cerdo cuando está lleno, su eje mayor se extiende hacia atrás sobre el suelo del abdomen; la porción izquierda es voluminosa y redondeada, mientras la porción derecha es pequeña (porción pilórica), su cara parietal está dirigida fundamentalmente hacia delante y se relaciona con el hígado y el diafragma, mientras que la cara visceral está dirigida hacia atrás y se relaciona con el intestino, el omento mayor, mesenterio y páncreas; la curvatura mayor se relaciona con el diafragma, bazo, hígado y suelo del abdomen y la curvatura menor es menos curvada; presenta además una bolsa ciega denominada divertículo ventricular, que mira hacia la región ventral y hacia la cara visceral. A nivel del origen del duodeno presenta una protuberancia formada por tejido fibroso, grasa y músculo que se denomina turus pilórico y que produce un estrechamiento del orificio (EcuRed, 2009).

1.26 Ciclo de Krebs

Consiste en una secuencia de reacciones a través de las cuales se lleva a cabo la oxidación final y total de la mayoría de los combustibles metabólicos. Inicia con la incorporación al ciclo del acetil-CoA procedente de la glucosa en la mayoría de los casos. El ciclo de Krebs

se considera el centro del metabolismo aerobio en el que confluyen la mayoría de los procesos catabólicos incluyendo algunas vías anabólicas. Tiene lugar en la matriz mitocondrial donde se ubican las enzimas necesarias para cada paso (EcuRed, 2009).

1.27 Gluconeogénesis

La gluconeogénesis (GNG) es la ruta metabólica que permite la síntesis de glucosa a partir de sustratos no glúcidos, principalmente en el hígado. Permite la biosíntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos. Incluye el uso de varios aminoácidos, lactato, piruvato, glicerol y cualquiera de los intermediarios del ciclo del ácido tricarbóxico (o ciclo de Krebs) como fuentes de carbono para la ruta metabólica (Alvarenga, *et al.* 2005).

La glucosa es la fuente de energía para la mayoría de las células, y la utilizan para cubrir las demandas repentinas de energía de un organismo, tales como: reproducción, desarrollo, aumento de peso, producción de leche o huevos; y los carbohidratos y los lípidos son los principales compuestos que un organismo utiliza para obtener energía, una vez que el hígado los metaboliza y sintetiza en glucosa o glucógeno (Alvarenga, *et al.* 2005).

1.28 Mamogénesis y lactogénesis

La mamogénesis ocurre durante la pre pubertad, la pubertad y la gestación y continúa durante lactancia, siempre que los pezones estén amamantados. Si los pezones no son amamantados, la involución ocurrirá. Esta involución es especialmente rápida si los pezones no son amamantados durante los primeros siete a diez días de lactancia. La mamogénesis es lenta durante los primeros dos tercios de la gestación y más rápida durante el último tercio y es importante para la formación de calostro y leche. Primerizas y cerdas primíparas con subdesarrollo el tejido mamario y con una baja ingesta de alimento no logran obtener suficiente producción de leche. Ellos necesitan nutrientes adicionales para apoyar la mamogénesis, especialmente debido a la inmadurez al principio apareamiento o inseminación (Dow, 2003).

La glándula mamaria porcina comienza a producir calostro antes del parto y esto la producción continúa hasta 48 horas después del inicio de la lactancia. Como la glándula mamaria continúa produciendo, el calostro se reemplaza gradualmente por leche madura. Este evento ocurre de alrededor de 24 a 36 horas después del parto. La producción de calostro y leche en cerdas se realiza de la misma manera que en las vacas lecheras y otros mamíferos. Los nutrientes de la sangre son sintetizados por las células epiteliales en los alvéolos en los componentes de la leche y transportados a la luz alveolar donde se produce la leche (Dow, 2003).

La glándula mamaria porcina, sin embargo, no contiene cisternas por las cuales la leche solo se almacena en los alvéolos y los conductos de la leche. Siempre y cuando se mamen los pezones, la glándula mamaria continúa produciendo leche hasta el destete, que ocurre después de aproximadamente 17 semanas en ambientes semi naturales. La lactancia o la

producción de leche es una función que la cerda debe realizar bien para criar con éxito los cerdos paridos (Eliasson e Isberg, 2011).

1.29 Balance Energético

El balance energético representa el equilibrio entre el ingreso energético proporcionado por el alimento y el gasto de energía cuando el organismo se mueve. Los cambios en este balance se reflejan directamente en el peso corporal. El balance energético positivo ocurre cuando la ingesta es mayor que el gasto de energía y el resultado es ganancia en peso corporal. Mientras que el balance energético negativo implica un ingreso energético menor que el gasto y se refleja en la pérdida del peso corporal (Granell, 2013).

Debido a las altas demandas de la producción láctea, las necesidades nutricionales de las cerdas son elevadas durante el periodo de lactación. El requerimiento total de energía se duplica o triplica al pasar de la gestación al pico de lactación. Uno de los factores limitantes en la actualidad, es la incapacidad de las cerdas lactantes de ingerir todo el alimento necesario para mantener su gran producción láctea. Por este motivo las cerdas necesitan movilizar parte de sus reservas corporales para cubrir sus necesidades y si la pérdida es excesiva, se puede esperar un balance energético y proteico negativo durante la lactación (StateSwineNutritionGuide, 2001).

Maximizar la producción de leche de la cerda ha sido y sigue siendo un reto para los nutriólogos. El trabajo en distintas áreas como en la tecnología de fabricación, concentración energética o suplementación con algunos aminoácidos han sido algunas de las técnicas que se han usado (Granell, 2013).

1.30 Propilenglicol

El propilenglicol (1, 2-propanodiol) es un compuesto orgánico (un alcohol diol), generalmente un líquido oleoso transparente incoloro, inodoro e insípido que es higroscópico y miscible con agua, acetona y cloroformo. Es fabricado por la hidratación del óxido de propileno (Zar, *et al*, 2007).

El propilenglicol (Propyleneglycol, 1-2 Propanodiol) es único entre los glicoles porque su toxicidad muy baja permite su ingestión. Por aplicaciones tales como alimentos, alimentación animal, productos farmacéuticos, cosméticos y otros que involucran una posible ingestión o absorción a través de la piel (Dow, 2003).

El propilenglicol es utilizado por las industrias químicas, alimentaria y farmacéutica como anticongelante cuando las fugas pueden provocar el contacto con los alimentos. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) ha clasificado el propilenglicol como un aditivo "generalmente reconocido como seguro" para su uso en alimentos. Se usa para absorber agua extra y mantener la humedad en ciertos medicamentos, cosméticos o productos alimenticios. Es un solvente para los colores y sabores de los alimentos, y en las

industrias de pinturas y plásticos. El propilenglicol también se usa para crear humo artificial o niebla utilizada en entrenamientos de combate de incendios y en producciones teatrales. Otros nombres del propilenglicol son 1,2-dihidroxiopropano, 1,2-propanodiol, metilglicol y trimetilglicol. Puede existir en el aire en forma de vapor, aunque el propilenglicol debe calentarse o agitarse enérgicamente para producir un vapor. El propilenglicol es prácticamente inodoro e insípido (Dow, 2003).

1.31 Gluconato de Calcio

El mecanismo general de acción del calcio consiste en ser un elemento fundamental para funciones vitales como la contracción muscular, estructura esquelética, permeabilidad de membranas celulares y activación de reacciones enzimáticas (CVN, 2012)

De todos los minerales orgánicos el calcio es el más abundante (46% del total), encontrándose de ese porcentaje el 99% en los huesos y dientes y el 1% en el líquido extracelular y tejidos blandos (CVN, 2012).

El calcio también participa en reacciones de coagulación (activación de trombina) y actúa en reacciones del metabolismo celular. Además, interviene en la liberación de neurotransmisores como el acetil colina y es esencial para el funcionamiento cardiaco y del músculo estriado (CVN, 2012).

Las deficiencias de calcio en animales se manifiestan con raquitismo, osteomalacia e hiperparatiroidismo nutricional secundario (signos crónicos). Las manifestaciones agudas principalmente son las relacionadas con hipocalcemia puerperal (CVN, 2012).

Mecanismo de acción: El calcio es esencial para la integridad funcional de los sistemas nerviosos, musculares y esqueléticos. Interviene en la función cardíaca normal, función renal, respiración, coagulación sanguínea y en la permeabilidad capilar y de la membrana celular. Además, el calcio ayuda a regular la liberación y almacenamiento de neurotransmisores y hormonas, la captación y unión de aminoácidos, la absorción de vitamina B12 y la secreción de gastrina. La fracción principal (99 %) del calcio está en la estructura esquelética, principalmente como hidroxapatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$; también están presentes pequeñas cantidades de carbonato cálcico y fosfatos cálcicos amorfos. El calcio del hueso está en constante intercambio con el calcio del plasma. Ya que las funciones metabólicas del calcio son esenciales para la vida, cuando existe un trastorno en el equilibrio del calcio debido a deficiencia en la dieta u otras causas, las reservas de calcio en el hueso pueden deplecionarse para cubrir las reservas de calcio más agudas del organismo. Por lo tanto, sobre un régimen crónico, la mineralización normal del hueso depende de las cantidades adecuadas de calcio corporal total (IRSC, 2012).

1.32 Mecanismo de Acción del producto

La vía fundamental dentro del metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas que permite la conversión de estos compuestos, se denomina gluconeogénesis, que da origen a la biosíntesis de una nueva fuente de glucosa. Los sustratos que intervienen en éste proceso, son: propionatos, lactatos, glicoles y aminoácidos glucoformadores. Estos sustratos, estimulan y mejoran la gluconeogénesis a través del Ciclo de Krebs, que trata de una serie de reacciones químicas, cuyo resultado es la generación de energía, que se da en las mitocondrias de las células hepáticas (principalmente). Las mitocondrias, llamadas “plantas en miniatura generadoras de energía”, es el lugar donde se sintetizan las moléculas de energía (ATP) necesarias para que realicen las funciones metabólicas de un organismo. En ausencia de dichos sustratos, una molécula de glucosa genera de ganancia solamente 2 moléculas de ATP, a diferencia de las 36 moléculas de ATP que se generan cuando se adicionan a la ración, dichos sustratos (INOVO, 2017).

El propilenglicol es absorbido por el sistema digestivo, posteriormente entra al hígado por vena porta. En los hepatocitos es metabolizado hasta formar oxaloacetato que es un compuesto necesario para que se lleve a cabo la gluconeogénesis, si no hay oxaloacetato disponible, la acetil CoA toma una vía alterna que es la de la formación de cuerpos cetónicos, de manera que se utilizan las grasas del organismo del animal en lugar de los azúcares para producir energía (Hippen, *et al*, 2008).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y Características del lugar.

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 msnm, sus coordenadas son 13°56'00"N 89°02'00"O, este municipio es de clima tropical manteniendo una media anual es de 23.94°C de temperatura ambiental, hay alrededor de precipitaciones de 2063mm, 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.

2.2 Duración de la investigación.

La fase de campo tuvo una duración de 66 días, que comprendió del 11 de noviembre de 2018 al 16 de enero de 2019.

2.3 Unidades Experimentales.

Se utilizaron 80 cerdas recién paridas, 40 para testigo y 40 para tratamiento con propilenglicol, de primer a cuarto parto, 10 cerdas por categoría de parto, de la línea PIC®.

Las cerdas fueron elegidas del lote 32 al 35, el parámetro de elección era el peso de la cerda a la salida de gestación (cuadro 9) y que se encontrara en óptimas condiciones de salud, sin historiales de aborto o problemas en partos pasados, sin bajo número de lechones al nacimiento (Anexo A-1).

2.4 Metodología de Campo.

2.4.1 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 (Anexo A-2 y A-3).

Las medidas de las galeras utilizadas son: 26.50 m de largo y 10.80 m de ancho, las cunas individuales tienen medidas de 2 m de largo y 1.80m 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 tenían un sistema automatizado de control de temperatura el cual permitía optimizar la temperatura ambiente. El sistema consistía en encender unos ventiladores cuando la temperatura sobrepasaba los 24°C. El rango de temperatura era entre 22-24°C.

2.4.2 Preparación de la ración alimenticia.

El propilenglicol se incorporó como un aditivo complementario al concentrado, el objetivo del propilenglicol fue la generación de energía a través de la gluconeogénesis, sin sustituir ningún componente del concentrado, generando más energía y de esta manera la cerda no ocupe las reservas del cuerpo y evitar la pérdida excesiva de peso.

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) (Anexo A-4 y A-5).

En los cuadros 5 y 7 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 + Gluconato de calcio.

En los cuadros 6 y 8 se presenta la composición nutricional para testigo y tratamiento, siendo adicionado el propilenglicol + Gluconato de calcio para el concentrado de las cerdas del tratamiento, no se sustituyó ningún componente de la dieta de las cerdas testigo.

Cuadro 5. Formula lactancia cerdas testigo.

FORMULA 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

Fuente: Granja El Progreso, 2018.

Cuadro 6. 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	%

Fuente: Granja El Progreso, 2018.

Cuadro 7. Formula lactancia cerdas tratamiento

FORMULA 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

Fuente: Granja El Progreso, 2018.

Cuadro 8. 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	%

Fuente: Granja El Progreso, 2018.

2.4.3 Selección de las cerdas.

Tres días antes de la fecha programada de parto, se trasladaron a maternidad y se realizó el control de peso antes del parto, las cerdas fueron pesadas, a partir de los datos se seleccionaron las cerdas más homogéneas, de acuerdo a la tabla de rangos de peso (cuadro 9).

Cuadro 9. Rangos de peso para selección de cerdas.

Numero 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

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.

Fueron elegidas 20 cerdas por número de parto, eligiendo las cerdas pertenecientes al grupo testigo (T0) y al tratamiento con propilenglicol (T1), las cerdas que estarían en T1 se

colocó en el comedero una viñeta con el número de identificación del arete y el número de parto al que pertenecía (Anexo A-6 y A-7).

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.

2.4.4 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 realizarán rondas en cuales se estimula a la cerda para que se levante y consuma su ración.

2.4.5 Peso de Placenta.

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.

2.4.6 Manejo de lechones.

Próximo al parto se aplicó el siguiente protocolo de manejo establecido en la granja: se supervisó constantemente las cerdas en la expulsión de los lechones, por el personal de la granja. Al ser expulsados los lechones 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 de ello se procedió con el peso del 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 lechones 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 (Anexo A-8 y A-9).

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. (Anexo A-10).

2.4.7 Consumo de alimento de la cerda.

El concentrado destinado para las cerdas fue pesado y proporcionado en los comederos manualmente individuales por jaula, la ración era proporcionada 2 veces al día; mañana y tarde, el día del parto no se les suministró alimento, el día 1 de parto 1 Kg, día 2 de parto 2 Kg, día 3, 3kg y del día 4 en adelante libre consumo siendo un promedio de 7 Kg, se registró la cantidad rechazada al final del día.

2.4.8 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 los lechones iniciaran con el reconocimiento del alimento, brindándoles aproximadamente 250 gramos c/u en toda la fase, hasta el momento de su destete.

2.4.9 Destete.

Siguiendo el protocolo de la granja, el periodo de lactación tuvo 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 am, en los cuales se pesaron y contabilizaron lechones, utilizando una báscula digital de la marca OPTIMA® OP 901A. Posterior al destete, las cerdas son pesadas justo antes de entrar nuevamente al área de gestación, para obtener el peso el periodo finalizado en maternidad (Anexo A-11 y A-12).

2.4.10 Toma de Datos

Se elaboraron formatos para tomar los pesos de las cerdas al ingresar y salir de maternidad, los lechones al nacimiento y al destete y la placenta (Anexo A-16 y A-17).

2.5 Metodología estadística

2.5.1 Tratamientos

Se usaron 2 tratamientos T0 testigo (sin propilenglicol), 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 período de lactancia, la dosis fue a razón de 1 Kg por tonelada de concentrado.

2.5.2 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: Conversión alimenticia, número de lechones destetados, peso al destete del lechón, pérdida de peso de la cerda.

2.5.2.1 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.

2.5.2.2 Pérdida de peso de la cerda.

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

$(\text{Peso destete cerda} / \text{peso de cerda post parto}) * 100 = \text{pérdida de peso (\%)}$

2.5.2.3 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.

2.5.2.4 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 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

2.5.2.5 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.

2.5.3 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 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 formula la siguiente:

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

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

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

2.5.4 Metodología económica.

Se utilizó la metodología de Costos Totales y para dicha metodología se consideraron presupuestos para Tratamiento testigo y tratamiento con propilenglicol. Con los datos representados el peso en Kg obtenidos en la fase de campo, se realiza 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; de 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 de los diferentes tratamientos.

3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

3.1 Peso al destete de la camada.

En cuanto los lechones destetados, las cerdas de primer y tercer parto alimentadas con propilenglicol destetaron lechones con pesos mayores a diferencia de los lechones de las cerdas testigos siempre de primer y tercer parto, obteniendo un valor p inferior al nivel de significancia (0.05), concluyendo que si hay diferencia significativa entre los tratamientos (ver cuadro 10).

Los lechones destetados de las cerdas de segundo y cuarto parto no hubo una diferencia significativa entre ambos tratamientos, obteniéndose un valor p superior al nivel de significancia, aceptando la hipótesis nula (ver cuadro 10).

Cuadro 10. Peso al destete de la camada, cerdas de primer a cuarto parto.

Número de Parto	Variable	Trat 0	Trat 1	n(0)	n(1)	Media(0)	Media(1)	DE(0)	DE(1)	W	P (2 colas)
1 parto	Kg.Destete	A	B	10	10	54.33	71.81	10.64	24.53	78.50	0.0451
2 parto	Kg.Destete	A	B	10	10	61.55	63.39	24.07	20.65	97.00	0.5452
3 parto	Kg.Destete	A	B	10	10	65.15	81.33	19.59	12.31	79.00	0.0493
4 parto	Kg.Destete	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.

En la figura 2 podemos observar las diferencias entre pesos de camadas de ambos tratamientos en cerdas de primer y tercer parto, obteniendo mayores tendencias de pesos los lechones de madres alimentadas con propilenglicol. En las cerdas de segundo y cuarto parto alimentadas con propilenglicol si hubo mayor peso de camada al destete comparado con el tratamiento testigo, sin embargo, la diferencia no es significativa (Figura 4).

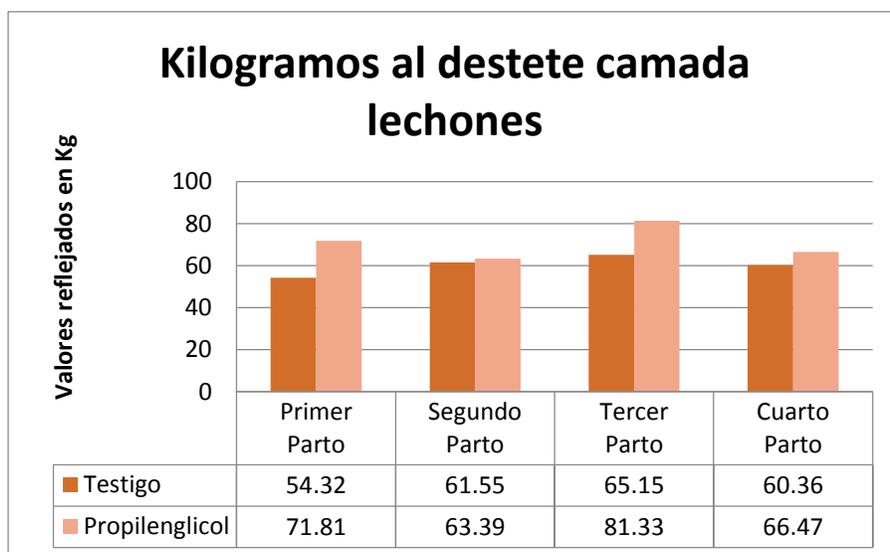


Figura 2. Efecto de la alimentación con propilenglicol sobre el peso de lechones (Kg) al destete, en cerdas de primer a cuarto parto.

En el cuadro 11, podemos observar la media de lechones al nacimiento y al destete, los lechones del 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.

Cuadro 11. Peso promedio de lechones, al nacimiento y destete.

3.2 Conversión alimenticia

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

En cuanto a la variable conversión alimenticia, para las cerdas de primero, segundo, tercer y cuarto parto analizada con la prueba de Mann-Whitney el valor de p es menor a 0.05 (nivel de significancia), por lo que se rechaza la hipótesis nula y 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 (Cuadro 12).

Cuadro 12. Conversión alimenticia, cerdas de primer a cuarto parto.

Número de Parto	Variable	Trat 0	Trat 1	n(0)	n(1)	Media(0)	Media(1)	DE(0)	DE(1)	W	P (2 colas)
1 parto	C.Alimenticia	A	B	10	10	2.25	1.47	0.61	0.48	142.00	0.0048
2 parto	C.Alimenticia	A	B	10	10	2.17	1.46	0.91	0.69	133.00	0.0339
3 parto	C.Alimenticia	A	B	10	10	1.92	1.21	0.65	0.22	147.50	0.0012
4 parto	C.Alimenticia	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.

En la figura 3, se puede observar que la conversión alimenticia más alta fue por parte de las cerdas del tratamiento testigo para las cerdas de los cuatro partos (Figura 3).

Siendo mejor aprovechado el alimento por las cerdas a las que se les adicionó propilenglicol, obteniendo mejor conversión alimenticia las cerdas de tercer parto.

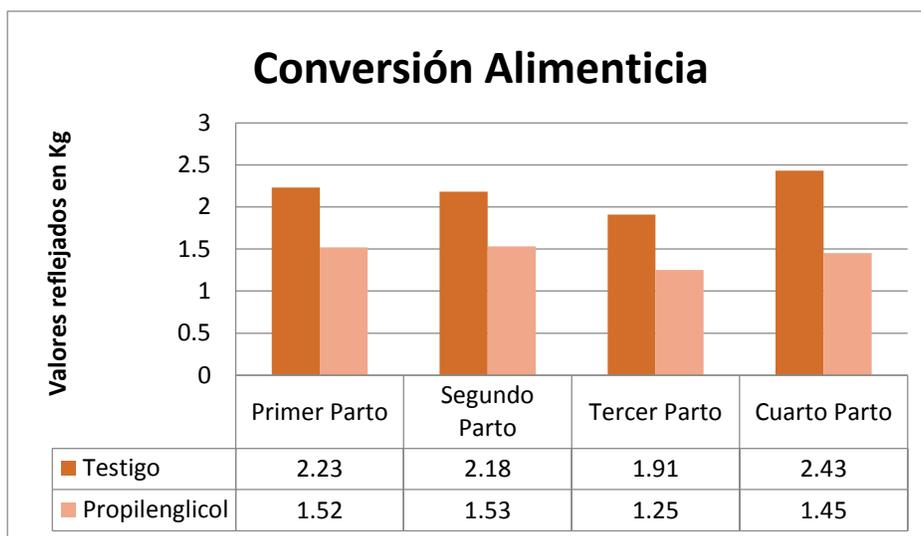


Figura 3. Comparación de conversión alimenticia de cerdas de primer a cuarto parto.

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 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 hay menor producción láctea, 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.

En los cuadros 13 y 14 se observan los promedios de consumo de concentrado diario en las cerdas de primer a cuarto parto, siendo las cerdas alimentadas con propilenglicol las que consumieron menos que las cerdas alimentadas sin el aditivo, proporcionando el propilenglicol un mejor aprovechamiento de los componentes nutricionales de la dieta, generando más energía y evitando se utilicen las reservas del organismo y no ocasione pérdida de peso, con el uso de propilenglicol el consumo de concentrado disminuye hasta en una 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 de EM por cada kilogramo consumido (INNOVO, 2017), generando una saciedad de requerimientos nutricionales y un mejor rendimiento productivo en la hembra.

Cuadro 13. 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

Cuadro 14. Promedio consumos diarios tratamiento testigo.

PROMEDIO CONSUMOS CERDAS DIARIOS TRATAMIENTO TESTIGO			
1 parto	2 parto	3 parto	4 parto
6.8 Kg	6.9 Kg	6.7 Kg	6.8 Kg

3.3 Pérdida de peso

Con las cerdas de primero, segundo y tercer parto se obtuvo un valor p inferior a 0.05, podemos concluir que si hay diferencia entre los tratamientos, y que las cerdas alimentadas con concentrado más propilenglicol tuvieron una 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 en cuanto a la pérdida de peso (ver cuadro 15).

Según Gutiérrez (2015) en una investigación realizada, las 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.

Cuadro 15. Pérdida de peso, cerdas de primer a cuarto parto.

Número de Parto	Variable	Trat 0	Trat 1	n(0)	n(1)	Media(0)	Media(1)	DE(0)	DE(1)	W	P (2 colas)
1 parto	C.Corporal	A	B	10	10	78.19	96.49	11.19	2.87	55.00	0.0002
2 parto	C.Corporal	A	B	10	10	91.59	97.89	6.00	3.57	74.00	0.0191
3 parto	C.Corporal	A	B	10	10	87.68	96.37	6.57	6.31	73.00	0.0156
4 parto	C.Corporal	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.

En la figura 4 se observa que la pérdida de peso de las cerdas alimentadas con propilenglicol pertenecientes a los grupos de primero, segundo y tercer parto es mayor a las cerdas testigo, siendo las cerdas de segundo parto las que obtuvieron mejores resultados. 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.

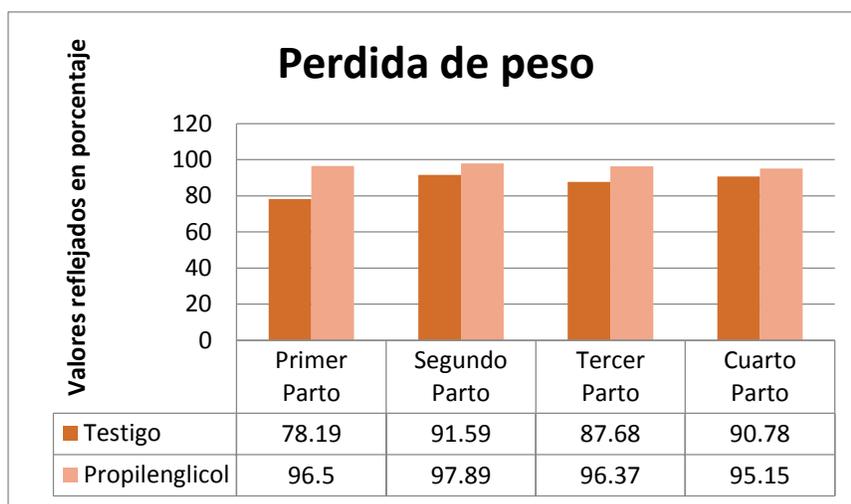


Figura 4. Comparación de pérdida de peso de cerdas de primer a cuarto parto.

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 obteniéndose una pérdida entre 8.41 (Segundo Parto) y 21.81% (Primer parto) siendo estos parámetros desfavorables.

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.

En los anexos 14 y 15 se observan las pérdidas de peso en porcentaje de las cerdas en estudio.

3.4 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 (ver cuadro 16).

Cuadro 16. Número de lechones destetados, cerdas de primer a cuarto parto.

Número de Parto	Variable	Trat 0	Trat 1	n(0)	n(1)	Media(0)	Media(1)	DE(0)	DE(1)	W	P (2 colas)
1 parto	L.Destetado	A	B	10	10	9.80	12.10	2.15	3.51	85.00	0.1174
2 parto	L.Destetado	A	B	10	10	11.00	11.60	3.74	1.84	91.00	0.2859
3 parto	L.Destetado	A	B	10	10	11.70	9.70	3.16	2.00	127.00	0.0935
4 parto	L.Destetado	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.

En la figura 5 se reflejan los valores obtenidos en cuanto a número de lechones destetados, siendo más alta la media del tratamiento con propilenglicol en cerdas de primer y segundo parto estadísticamente no significativo y en cerdas de tercer y cuarto parto el tratamiento testigo.

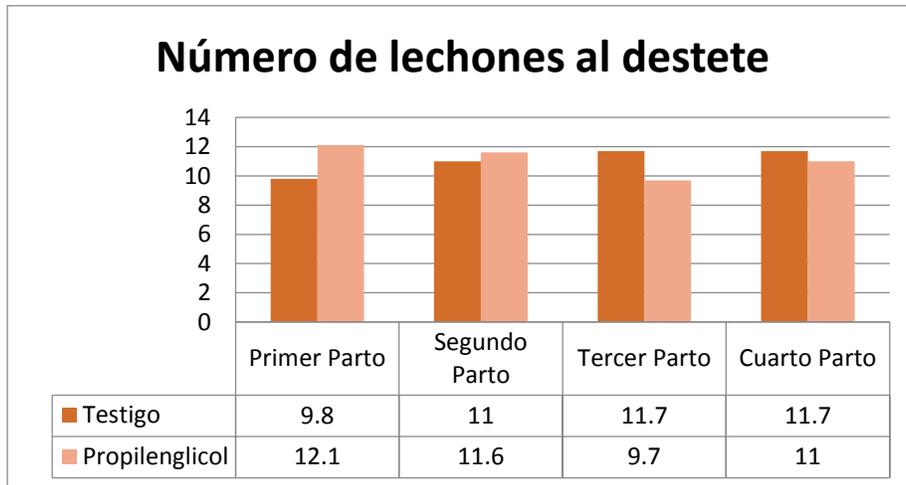


Figura 5. Número de lechones al destete.

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 tan solo las 3 primeras semanas de las 21 mínimas de vida hasta alcanzar el momento del sacrificio (Palomo, 2004).

En la figura 6 se observa la 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.

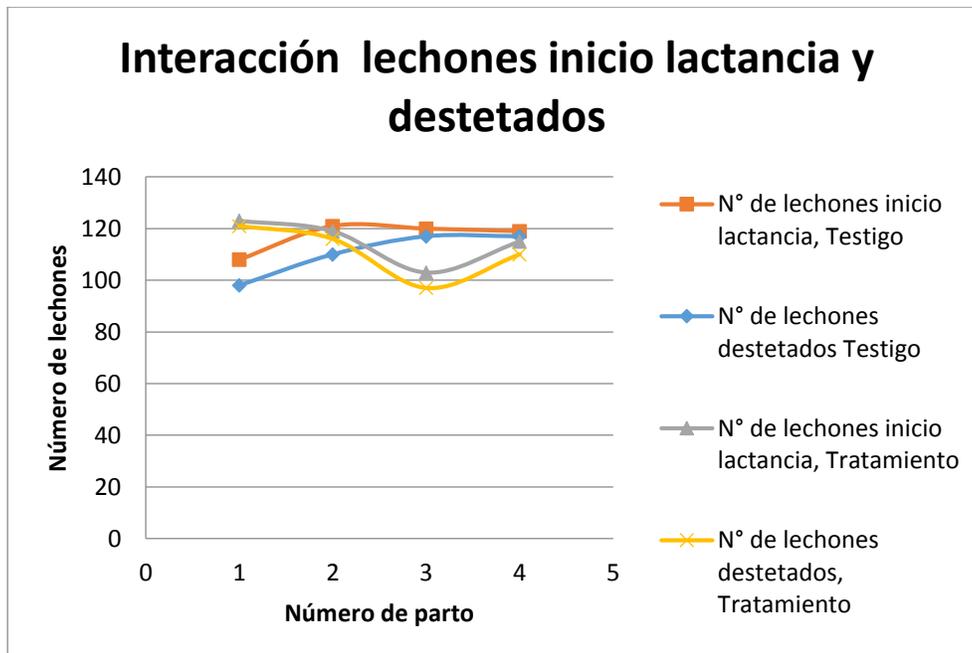


Figura 6. Interacción lechones inicio lactancia y destete.

Según Giraldo (2004), en algunos casos hay cerdas que no producen nada de 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 que les brinde 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 pre destete 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 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 7).

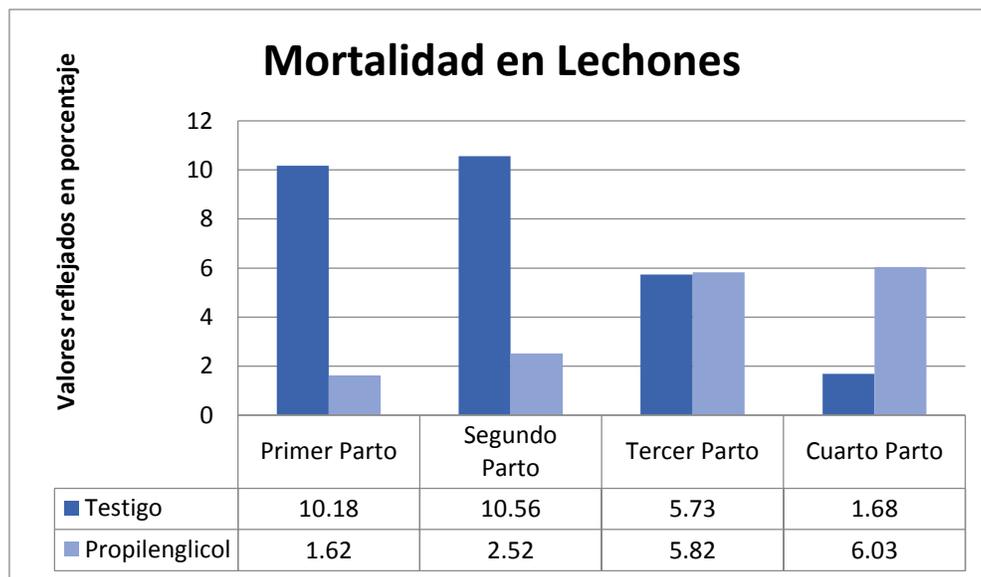


Figura 7. Porcentaje de mortalidad en lechones.

3.5 Análisis económico

Cuadro 17. Consumos y costos de concentrado de cerdas en estudio.

Número de Partos	Tratamiento Testigo				Tratamiento Propilenglicol				
	Media/Consumo Diario/cerda (qq)	Consumo Todo el período Lactación (qq)	Costo (\$)/Unitario qq	Costo (\$)/ Total	Consumo Diario Lactación (qq)	Consumo Todo el período Lactación (qq)	Costo (\$)/Unitario qq concen	Costo (\$) unitario de Propilenglicol en toda la lactancia	Costo (\$) total
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

En el cuadro 17 se puede observar el costo de alimentar una cerda para cada tratamiento en todo el periodo de lactación.

Se tomaron los promedios de los pesos según cada parto para poder obtener los rendimientos en Kg, luego se ajustaron los rendimientos para tener resultados más reales por parte del método de costos totales.

A cada tratamiento se le realizó un rendimiento ajustado del 20%, multiplicando los rendimientos por 0.20 como se observa en el Cuadro 18, y estimando los beneficios brutos de campo en base al precio de venta del cerdo en pie. Los beneficios 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 \$1.61 por kilogramo, lo cual indica el costo del producto en el campo.

3.5.1.1 Presupuesto para el ensayo del tratamiento Testigo

Cuadro 18. Presupuesto para tratamiento testigo.

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%)	\$205.95	\$245.62	\$267.19	\$269.03
Costo Concentrado	\$55.69	\$56.70	\$55.05	\$55.87
Costo Variable	-	-	-	-
BN (\$) (20%)	\$150.26	188.92	212.14	213.16

3.5.1.2 Presupuesto para el ensayo del tratamiento con propilenglicol

Cuadro 19. Presupuesto para tratamiento con propilenglicol.

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	\$49.49	\$39.44	\$37.80	\$42.73
Costo Variable	\$3.57	\$3.06	\$2.94	\$3.32
BN (\$) (20%)	205.63	238.97	253.16	249.42

En cuanto a Beneficio neto, 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 los mejores las cerdas de tercer parto con beneficio neto de \$253.16 por cerda, alimentadas con concentrado con propilenglicol. En cuanto al tratamiento testigo, se pudo observar que las cerdas de cuarto parto fueron las que obtuvieron los Beneficios neto más altos, siendo estos de \$213.16 por cerda.

4 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), maximizando el aprovechamiento de los nutrientes. 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 es menor, siendo las cerdas de segundo parto las que reflejan una menor pérdida (2.17%) comparado con las cerdas de tratamiento testigo en las que igualmente las de segundo parto perdieron un menor porcentaje siendo este de 8.41%.

La cantidad de lechones destetados no mostro 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%), 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.

Económicamente el beneficio neto de las cerdas de tratamiento con propilenglicol fue mayor, alcanzando el mejor las cerdas de 3° parto (\$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 parto también lograron un mejor beneficio neto (\$213.16).

5 RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de propilenglicol en la etapa de lactancia, mejorando la gluconeogénesis, reflejándose en una eficiente producción láctea con un incremento de peso de lechones al destete.

Se recomienda el uso de propilenglicol como aditivo en el alimento concentrado, obteniéndose menos pérdida de peso de las cerdas al final del periodo de lactación.

El propilenglicol como aditivo gluconeogenico se recomienda en la alimentación durante los periodos que requieran un incremento de energía, como es la lactancia, evitando que esos requerimientos energéticos sean tomados de las reservas del organismo de la cerda.

Se recomienda el uso de propilenglicol durante la lactancia, promoviendo un mejor crecimiento de lechones y una disminución de la mortalidad neonatal.

Se recomienda el uso de propilenglicol para disminuir el impacto económico de la alimentación en la etapa de lactancia, las cerdas consumen menos concentrado, maximizando el aprovechamiento de los nutrientes.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R; Bolaños, H; Sanchez, J. 2017. Evaluación de tres niveles de suero de leche a la ración alimenticia de cerdos de la línea TOPIGS C-40 en fase de desarrollo y engorde (En Línea), Tesis, Lic. VMD, San Salvador, El Salvador, UES. Consultado en 11. May 2019. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15245/1/13101655.pdf>
- Alvarenga, R; Ramírez, M. 2005. Evaluación del uso de *clorhidrato de ractopamina* incorporado en la ración diaria de cerdos en fase de finalización en la Granja San Juan (en línea). Tesis, Lic. VMD. San Salvador. El Salvador. UES. Consultado en 20. Abr 2018. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/1599/1/13101296.pdf>
- ASPORC (Asociación de salvadoreña de porcinocultores, SV) 2014. Historia de la porcinocultura en el salvador. (en línea). Consultado 24 nov. 2014. Disponible en
- Baucells, M; Cerisuelo, A. 2004. Alimentación de la cerda Gestante. (En Línea). Barcelona. España. Consultado en 23 Abr 2019. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/artpub/2004/165800/mdbaucells_39.pdf
- Campabadal, C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos (en línea). Costa Rica. MAG Costa Rica. Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>
- Castellanos, EG. 2012. Diseño óptimo de una granja porcina (en línea). Argentina. Consultado en 23 Abr. 2018. Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Diseno%20optimo%20de%20una%20granja%20porcina.pdf>
- Clínica Veterinaria Novavet (CVN). 2012. Minerales y Elementos. (En línea). Colombia. Consultado en 27. Feb. 2019. Disponible en: http://www.terapeutiveterinaria.com/vitaminas-y-minerales/minerales-y-elementos?fbclid=IwAR2Sq7wJPIAnPr7P84p1744dKLM6cwWCyOXF3bxozrHHoxneB slo8_pPqfQ8
- Dow. 2003. A guidetoGlycols (en línea). Estados Unidos. Dow chemicalcompany©. Consultado en 10 mar. 2018. Disponible en: http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_091b/0901b8038091b508.pdf
- ECURED. 2009. Manejo integral de la maternidad porcina (en línea). Ecuador. Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en: https://www.ecured.cu/Manejo_integral_de_la_maternidad_porcina

- Eliasson, C; Isberg, S. 2011. Production and composition of sow milk (en línea). Upsala, Suecia. Consultado 26 mar. 2018. Disponible en: https://stud.epsilon.slu.se/3754/1/eliasson_et_al_111231.pdf
- England, D; Jones, H; Pollmann, S. 2015. Care of the Sow During Farrowing and Lactation. (En Línea). Estados Unidos. Consultado en 27 feb. 2019. Disponible en: <https://articles.extension.org/pages/31077/care-of-the-sow-during-farrowing-and-lactation>
- Facceda, 2005. Condición Corporal de la Cerda. (En línea). Italia. Consultado en 17 May. 2019. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/condicion-corporal-de-la-cerda_1048/
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), 1993, Ingredientes para piensos (En línea), España, Consultado el 14 May. 2018, Disponible en: <http://www.fundacionfedna.org/>
- 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
- Granell, ME. 2013. Balance electrolítico durante la lactación: Efecto de una dieta implementada con sales aniónicas en cerdas (en línea), España, Consultado en 6 Oct. 2018, Disponible en: <http://www.eumedia.es/portales/files/documentos/MG251TE6.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-energia-nutricion-t32725.htm>
- Hibbitt, KG. Bovine ketosis and its prevention, Vet. Rec.105, 13-15, 1979.
- 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>
- Hippen, AR; DeFraen MJ; Linke, L. Glycerol and other energy sources for metabolism and production of transition dairy cows. Florida Ruminant Nutrition Symposium, 1-16. 2008.

Informed Red de Salud de Cuba. 2012 Gluconato de Calcio. (En Línea). Consultado en 27 Feb. 2019. Disponible en:

http://www.informed.sld.cu/servicios/medicamentos/medicamentos_list.php?id=67&fbclid=IwAR2PqT_lhOAYBZRFe_hwNC_w2pmN4MPzDdrXjKbhF9WXN0_4x2AsU83crD0

Innovaciones Nutricionales S.A de C.V (INNOVO). 2017. ATP Booster. Potenciador de la Energía. (Pdf). Inovo. 1-2.

Labala, J. 2013. Aditivos en Alimentación Porcina (en línea). Argentina, Consultado en 14 May. 2018. Disponible en:

http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/nutricion_porcina_12-09-2013_aditivos_en_alimentacion_porcina.html

Medeles, RJ; Dr. Ayala, J; Mc. Herrera, H. 2015. Comportamiento productivo de cerdos en iniciación-finalización sustituyendo el 100% de aceite vegetal por Lipofeed® en la ración. Universidad Autónoma Chapingo. México. p 1-4.

Medical Assistant. 2018. ¿Cuál es la importancia de las norma de bioseguridad en el trabajo (en línea). Surquillo. Lima. Perú. Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en: <https://medicalassistantsalud.com/cual-es-la-importancia-de-las-normas-de-bioseguridad-en-el-trabajo>

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>.

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.gov.sv/>

Palomo, A. 2004. Fisiología digestiva en la eficiencia alimentaria en porcino (en línea). España. Consultado en 15. Ago. 2018. Disponible en: http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/45/cys_45_Fisiologia_digestiva_porcino.pdf

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

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>

Paulino, JA. 2014. Nutrición de cerdas lactantes hiperprolíficas: 1 (en línea). República Dominicana. NTECRD, SA. Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en: <http://www.elsitioporcino.com/articles/2508/nutrician-de-cerdas-lactantes-hiperprolaficas-1/>

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-precoz-t26476.htm>

Paramino, T; Manteca, J; Milán, J; Piedrafina, J; Iquierdo, D; Gasa, J; Maleo, E; Pores, R. 2010. Manejo y Producción de porcino. Breve Manual de aproximación a la empresa porcina para estudiantes de veterinaria (en línea). España, Consultado el 08 May 2018.

PIC (PigImprovementCompany). 2010. Guía de manejo. Hendersonville. Tennessee. Estados Unidos, p 4-7.

PIC (PigImprovementCompany). 2011. Manual de especificaciones de nutrientes. (en línea). España. Consultado en 14 May. 2018. Disponible en: <http://picperu.com/pdf/manual%20nutricion%20PIC%20espa%C3%B1ol.pdf>

PIC (PigImprovementCompany). 2015. Tríptico sementales terminales PIC: Maximizando su potencial en rentabilidad. (en línea). México. Consultado en 10 Jun. 2018. Disponible en: http://mx.pic.com/sites/mx_picgenus_com/Uploads/files/Triptico%20de%20Machos%20PIC.pdf

PIC (PigImprovementCompany). 2015. Tríptico Camborough: Hembra líder en la industria que nos proporciona el paquete más rentable por su eficiencia, adaptabilidad y prolificidad. (en línea). México. Consultado en 10 Jun. 2018. Disponible en http://mx.picgenus.com.beta8.inpowercms.com/sites/mx_picgenus_com/Uploads/files/Triptico%20de%20Hembra%20PIC.pdf

PIC (PigImprovementCompany). 2016 Sementales Terminales PIC, (en línea), México, Consultado en 14 May. 2018, Disponible en: http://mx.pic.com/sites/mx_picgenus_com/Uploads/files/Triptico%20de%20Machos%20PIC.pdf

PIC (PigImprovementCompany). 2018. Sementales Terminales PIC, (en línea), México, Consultado en 14 May. 2018,

- Disponible en:
http://mx.pic.com/sites/mx_picgenus_com/Uploads/files/Triptico%20de%20Machos%20PIC.pdf
- Pig333. 2010. Dimension and desing of the forrowing unit. (En línea) Estados Unidos. Consultado en 27 feb. 2019. Disponible en:
https://www.pig333.com/articles/dimension-and-design-of-the-farrowing-unit_2382/
- Pinelli, A; Acedo, E; Hernández, J; Belmar, R. 2004. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad de Hermosillo del CIAD, A.C. y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad. Hermosillo, Sonora, México. Apartado postal 1735, Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207B/BA006.pdf>
- 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>
- Sanjoaquín, L. 2015, Manejo de la cerda hiperprolífica (en línea), IVIS, Argentina, 1-5p, Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en:
<http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Manejo%20de%20la%20cerda%20hiperprolifica.pdf>
- Secretaría de Agricultura. Ganadería. Desarrollo Rural. Pesca y alimentación (SAGDRPA). 2015. ¿Qué es la porcicultura? (en línea). México. Consultado en 23 Abr. 2018. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/que-es-la-porcicultura>
- State Swine Nutrition Guide. 2001. Bulletin 869-98. Lactation. The Ohio State University. U.S.A. Consultado en 6. Oct. 2018. Disponible en: http://www.ag.ohio-state.edu/~ohioline/b869/b869_43.html.
- UVIC. 2004. Calostro como primer alimento del lechón (en línea). Barcelona. España. Consultado en 23. Abr. 2018. Disponible en:
http://repositori.uvic.cat:8888/bitstream/handle/10854/274/trealu_a2008_sole_patricia_efecto_anexos1_4.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- 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
- Zar T; Graeber, C; Perazella, M. 2007. Recognition. Treatment, and Prevention of

Propylene Glycol Toxicity (en línea). Estado Unidos. Consultado el 18. Abr. 2018.
Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17555487>

7 ANEXOS



Anexo A- 1. Cerdas a seleccionar en gestación.



Anexo A- 2. Galera no climatizada.



Anexo A- 3. Galera climatizada.



Anexo A- 7. Rótulos para identificar cerdas alimentadas con propilenglicol.



Anexo A- 6. Identificación de cerdas en tratamiento.



Anexo A- 5. Identificación de sacos de concentrado.



Anexo A- 4. Elaboración de concentrado.



Anexo A- 9. Pesaje de lechones al nacimiento.



Anexo A- 8. Pesaje de lechones al nacimiento.



Anexo A- 10. Identificación de lechones antes del destete.



Anexo A- 11. Pesaje de lechones al destete.



Anexo A- 12. Pesaje de cerdas al salir de maternidad.



Anexo A- 13. Pesaje de cerdas al entrar a maternidad.

Pérdidas de peso cerdas tratamiento propilenglicol					
Nº de Parto	ID	P.A.Parto (Kg)	P.D.Parto (Kg)	P.Destete (Kg)	Pérdida (%)
1 Parto	P2060	215	197.5	195	1.27
1 Parto	P2127	218.15	196.1	200	+ 1.98
1 Parto	P2051	209	184.6	175	5.21
1 Parto	P2004	255	243.7	231.5	5.01
1 Parto	P2109	224.4	201.85	190	5.88
1 Parto	P2055	268	248.35	229	7.8
1 Parto	P2066	225	208.4	205.6	1.35
1 Parto	P2128	226	205.65	196	4.70
1 Parto	P2063	225	203.45	200	1.70
1 Parto	P2083	213	194	186	4.13
2 Parto	P1646	244	232.3	235	+1.16
2 Parto	P1639	245	225.9	210	7.04
2 Parto	P1433	242	216.8	215	0.84
2 Parto	P1084	238	219.1	210	4.16
2 Parto	P1471	213	189.5	195	+2.9
2 Parto	P763	272	252.7	232.1	8.16
2 Parto	P1613	245	226.4	219	3.27
2 Parto	P0187	223	203.45	199	2.19
2 Parto	P775	270.4	249.75	250	+0.10
2 Parto	P1582	243	223.15	224	+0.38
3 Parto	P752	259.5	246.15	234	4.94
3 Parto	P773	245	222.9	234	+4.97
3 Parto	P852	256	236.75	223	5.81
3 Parto	P800	273	252.55	244	3.39
3 Parto	P873	240	220.35	186	15.59
3 Parto	P368	310	287.9	271	5.88
3 Parto	P997	233	201.95	190.6	5.63
3 Parto	P679	279	257.5	248	3.69
3 Parto	P1174	250	224.95	216	3.98
3 Parto	P0161	245	219.35	236	+7.59
4 Parto	P258	267.8	243.5	30.8	2.67
4 Parto	P249	269	253.55	29	5.35
4 Parto	P477	266	246.6	16	+1.37
4 Parto	P301	258	231.85	58	13.74
4 Parto	P148	239	218.45	41	9.37
4 Parto	P409	233	222.5	17	2.93
4 Parto	P378	286	266.7	38	7.02
4 Parto	P321	266.4	246.6	39.4	7.95
4 Parto	P322	273	245.1	40	4.94

4 Parto	P261	261	235.4	16	+4.07
---------	------	-----	-------	----	-------

Anexo 14. Pesos de cerdas tratamiento propilenglicol.

Pérdidas de peso cerdas tratamiento testigo					
Nº de Parto	ID	P.A.Parto (Kg)	P.D.Parto (Kg)	P.Destete (Kg)	Pérdida (%)
1 Parto	P2028	236	223.9	145.3	35.10
1 Parto	P2056	243	224.8	167	25.71
1 Parto	P2160	230.3	208.75	182.3	12.67
1 Parto	P2133	195	174	136	21.84
1 Parto	P2112	218	194.95	152	1.97
1 Parto	P2102	205	181.75	160	11.97
1 Parto	P2014	237	219.65	122	44.46
1 Parto	P2046	229	210.1	191.4	8.9
1 Parto	P2107	235	217.66	189	13.17
1 Parto	P2068	219.05	198	154	22.22
2 Parto	P1527	242	206.25	203	1.58
2 Parto	P1640	237	214.29	175	18.33
2 Parto	P1641	238	215.2	189	12.17
2 Parto	P1249	240	211.15	205	2.91
2 Parto	P1548	250	228.4	196	14.19
2 Parto	P1505	223	199.3	175	12.19
2 Parto	P1558	225	197.6	183	7.39
2 Parto	P1481	218	192.55	189	1.84
2 Parto	P1596	223	201.9	197	2.43
2 Parto	P1629	234.6	219.3	195	11.08
3 Parto	P1379	250.1	236.9	209	11.78
3 Parto	P1368	251.2	227.75	205	9.99
3 Parto	P0152	250	231.1	203	12.16
3 Parto	P382	262	241.4	212	12.18
3 Parto	P993	293	264.45	230	13.03
3 Parto	P720	273	255.65	248	2.99
3 Parto	P1186	233	205.8	185	10.11
3 Parto	P1396	252	229.4	218	4.97
3 Parto	P048	280	266.3	199.5	25.08
3 Parto	P1201	232	208.65	165	20.92
4 Parto	P201	264	239.2	235	1.76
4 Parto	P221	268	248.7	226	9.13
4 Parto	P394	234.4	212.95	175	17.82
4 Parto	P144	230	209.65	190	9.37

4 Parto	P299	280	262.4	219	16.54
4 Parto	P352	253	231.45	229.8	0.71
4 Parto	P277	225	213.05	166	22.08
4 Parto	P404	248.5	216.65	222	+2.47
4 Parto	P400	252.4	230.6	211	8.5
4 Parto	P203	256.5	235.55	215	8.72

Anexo 15. Pesos de cerdas tratamiento testigo.

