



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

**RESPUESTA PRODUCTIVA DEL CONEJO
NUEVA ZELANDA BLANCO AL ADICIONAR
SUSTRATOS GLUCONEOGENICOS EN EL
ALIMENTO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

FLORES GUTIERREZ JORGE ALBERTO

Asesores:

MVZ MC Marisa del Carmen Vázquez García
DR Benjamín Fuente Martínez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx. enero, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres Jorge y Juanita y a mis hermanos Ivan y Jessica por siempre brindarme su apoyo y paciencia durante toda la carrera y la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores la M. en C. Marisa del Carmen Vázquez García y al Dr. Benjamín Fuente Martínez por su paciencia, conocimiento, apoyo, tiempo y guía para poder realizar y concluir este trabajo.

A mí jurado la MVZ. G. Hilda Jandete Díaz, al Dr. Carlos Gutiérrez Olvera, a la MVZ. Liliana Castro Flores y a la M. en C. Wendy Martínez Valdes por sus consejos para poder mejorar este trabajo.

A los Doctores Héctor Herrera G. y Rodolfo José Medeles O. de Premezclas Energéticas Pecuarias S.A DE C.V. Jalisco por proporcionarnos el producto utilizado en el trabajo.

A la Dra. Pilar Castañeda Serrano, Directora Técnica del CEIEPAv, por el apoyo brindado en la realización de este proyecto.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México por las facilidades otorgadas en este trabajo.

CONTENIDO

I. Introducción	1
Cunicultura en la producción pecuaria	1
El conejo	2
Fisiología digestiva	2
Alimentación en el conejo	3
Fuentes de energía	3
Rutas metabólicas de los carbohidratos	6
Metabolismo del glucógeno.....	6
Glucogenólisis	6
Gluconeogénesis.....	7
Fuentes gluconeogénicas.....	9
Propionato de calcio.....	9
Propilenglicol	10
Justificación	11
II. Hipótesis.....	12
III. Objetivo general	13
Objetivos particulares.....	13
IV. Material y Métodos	14
Análisis Estadístico	16
V. Resultados	17
VI. Discusión.....	18
VII. Conclusiones.....	23
VII. Referencias	24
XI. Cuadros y Figuras.....	29

I. Introducción

Cunicultura en la producción pecuaria

La cunicultura se define como la actividad de producir conejos ya sea para carne y/o piel (Martínez, 2004), aunque esta última son subproductos. La producción de carne de conejo a nivel internacional en el año 2010 fue de un millón 692 mil toneladas de las cuales el 55% se obtuvo de producciones industriales y el 45% en traspatio. Los cinco principales países productores en carne de conejo son China (849, 150 ton), República Popular Democrática de Corea (172, 680 ton), Egipto (65, 602 ton), Italia (54, 347 ton) y España (50, 552 ton) (FAO, 2018).

En México se estima que la producción de conejos en el 2016 fue de 14, 374, 651 cabezas, con 389, 135 hembras en producción (CNSPC, 2016), los principales estados productores fueron: Estado de México, Puebla, Hidalgo y Michoacán (INEGI, 2017).

El consumo per cápita de carne de conejo en nuestro país es de 128 g (CNSPC, 2016), esto es debido a la falta de conocimiento de sus características nutricionales y productivas, mientras que en otros países como Italia, que es el mayor consumidor a nivel mundial, es de 5.3 kg. Algunos de los beneficios de esta especie son: buena prolificidad, ciclo productivo corto, presenta baja competencia con el humano por el consumo de los granos, requerimiento de poco espacio, relativamente silencioso y de fácil manejo lo que hace que se una especie común en producciones de traspatio (Olivares, 2009). (Cuadro 1)

Uno de los principales productos que se obtiene del conejo es la carne, la cual posee proteína de buena calidad y bajo contenido de grasa (Cuadro 2).

El conejo

El conejo doméstico, *Oryctolagus cuniculus*, perteneciente al orden de los lagomorfos (caracterizados por poseer tres pares de incisivos, dos en la parte superior y uno en la parte inferior) (Cheeke, 1995). Es reconocido por su apariencia y pelaje suave, es utilizado en la industria peletera y textil como materia prima para crear prendas de ropa y accesorios; además de su gran prolificidad, también sus patas son utilizadas como suvenir (Mayolas, 2007).

Fisiología digestiva

El conejo es un herbívoro no rumiante, que realiza la fermentación post-gástrica, específicamente en el ciego (Martínez et. al., 2013) por lo que se caracteriza por tener un ciego grande, (Gidenne, 1997), que abastece al conejo con vitaminas del complejo B suficiente para cubrir sus necesidades; pero se duda que cubra las necesidades de aminoácidos esenciales (principalmente cisteína, tirosina y cistina) del animal, por lo que es necesario ofrecérselos en la dieta (de Blas y Wiseman, 1998; McNitt et al, 2000).

Es necesario que haga la cecotofia, un proceso por el cual el conejo puede aprovechar los nutrientes que metabolizan las bacterias en el ciego tomando los cecotofos directamente del ano y deglutiéndolos, para que en el estómago se disuelva la capa de moco que los recubre y pueda ser digerido y absorbido. Estos

cecotrofos son en su mayoría más proteína de origen microbiana y menos fibra del alimento, además de proteasas, ácidos biliares y enzimas bacterianas (de Blas y Wiseman, 1998; Hongthong et al. 2004).

Alimentación en el conejo

Los conejos están categorizados como seleccionadores de concentrado, lo que significa que consumen las porciones de materia vegetal con bajo contenido de fibra y alto contenido en proteína y carbohidratos (Cheeke, 1995), estas características sólo se presentan en forraje joven o tierno pero inconvenientemente es el que presenta mayor contenido de agua, por lo que para cubrir sus necesidades, el conejo requiere ingerir grandes volúmenes, debido a esto la mayoría de los productores optan por ofrecerle a sus conejos alimento balanceado en forma de pellet y que ofrece los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos nutricionales en cada etapa en la que se encuentre el animal (Cuadro 2). El contenido energético es especialmente importante para la producción de carne de conejo (McNiit, 2000).

Fuentes de energía

La energía es indispensable e interviene en todos los procesos metabólicos de los animales, por lo que se puede obtener a partir de los siguientes nutrientes.

Carbohidratos: Son sustancias que se encuentran en los tejidos vegetales, obtenidos por medio de la fotosíntesis. Es la principal fuente de energía debido a su rápida absorción por el animal y están clasificados como:

a) Azúcares sencillos o monosacáridos: Su estructura contiene de cinco a seis átomos de carbono, sin embargo también se pueden identificar como pentosas y hexosas respectivamente, a continuación se mencionan a los monosacáridos más comunes en la naturaleza:

Pentosas: Ribosa, desoxirribosa y ribulosa

Hexosas: Glucosa, fructosa y galactosa.

b) Disacáridos: Están formados por la unión de dos monosacáridos. El más común es el azúcar de mesa o sacarosa que está formada por glucosa y fructosa.

c) Carbohidratos complejos o polisacáridos: Contienen una gran cantidad de azúcares sencillos unidos y es el carbohidrato principal en el tejido vegetal. Un ejemplo de estos es el almidón que se utiliza como reserva de energía principalmente en tubérculos y semillas.

Lípidos: Estos abarcan los aceites, grasas, esteroides, ceras. Tienen la característica de ser insolubles en agua y solubles en cloroformo o éter, por esto último se les puede llegar a conocer como extractos etéreos. Además de su alto valor energético también aporta vitaminas A, D, E y K a las cuales se les denomina liposolubles. Otras funciones en el cuerpo de cualquier animal es como aislante térmico y almacén de ácidos grasos en forma de tejido adiposo, también como aislante eléctrico en los axones de las neuronas en forma de mielina.

Se clasifican en:

a) Lípidos simples: Ácidos grasos unidos a alcoholes.

- 1) Grasas: Ácidos grasos unidos a glicerol. En estado líquido se le conocen como aceites.
 - 2) Ceras: Ácidos grasos con alcoholes monohídricos como metanol o propanol.
- b) Lípidos complejos: Ácidos grasos que además de contener alcohol presentan otro compuesto:
- 1) Fosfolípidos: Además de un ácido graso y un alcohol presenta residuo de ácido fosfórico.
 - 2) Glucolípidos o glicoesfingolípidos: Contienen un ácido graso, esfingosina y un hidrato de carbono.
 - 3) Otros lípidos complejos: En este grupo pueden entrar los sulfolípidos, aminolípidos y las lipoproteínas.
 - 4) Lípidos precursores y derivados: Abarca las hormonas, cuerpos cetónicos, vitaminas liposolubles y glicerol (Cheeke, 1995).

Aminoácidos gluconeogénicos: Las proteínas están constituidas por aminoácidos y su función es principalmente estructural, enzimática u hormonal, no como fuente de energía, esta última solo se lleva a cabo cuando los sustratos anteriores ya se utilizaron, a este proceso se le conoce como gluconeogénesis. Pero no todas las proteínas pueden ser utilizadas para obtener energía, existe un grupo de aminoácidos que se pueden transformar en glucosa y son conocidos como gluconeogénicos, casi todos son precursores del piruvato, el principal sustrato de la gluconeogénesis con excepción de la lisina y leucina ya que al momento de la oxidación se obtiene acetil-CoA (Murray, 2010).

Para poder obtener energía de los sustratos anteriores se necesita que estos pasen por rutas metabólicas como las que se mencionan a continuación:

Rutas metabólicas de los carbohidratos

De los carbohidratos, la glucosa es la principal fuente para obtener energía por su fácil asimilación y disponibilidad, algunos tejidos funcionan casi en su totalidad con glucosa como el sistema nervioso (McDonald, 2011; Nelson, 2015).

Las vías metabólicas para obtener la energía son: la glucogénesis y la gluconeogénesis (Reece, 2009). (Ver Figura 1 y 2)

Metabolismo del glucógeno

El glucógeno es un polímero ramificado por el cual el metabolismo animal almacena glucosa, el equivalente al almidón en los vegetales. Tres cuartas partes del glucógeno corporal se encuentran en tejido muscular y una cuarta parte en hígado. El principal uso que se le da al glucógeno es como fuente de energía para el aparato locomotor, mientras que el hepático tiene la función de mantener los niveles de glucosa en sangre estables (Murray, 2010).

Glucogenólisis

La glucogenólisis es la ruta metabólica por la cual el glucógeno de los tejidos (muscular y hepático) se transforma en glucosa (Nelson, 2015).

Gluconeogénesis

La gluconeogénesis es el proceso metabólico por el cual el piruvato y compuestos relacionados de tres y cuatro carbonos se transforman en glucosa de novo (Nelson, 2015). Dentro de esta vía existen las fuentes gluconeogénicas a partir de los cuales se puede obtener la glucosa, estos son: lactato, aminoácidos, propionato (Fuentes, 1998), glicerol y propilenglicol (Mathews, 2002). Los órganos capaces de realizar este proceso son el hígado y el riñón ya que cuentan con las enzimas que intervienen en este proceso (Mathews, 2002), aunque el intestino delgado también puede ser una fuente de glucosa en estado de ayuno (Murray, 2010).

La gluconeogénesis se realiza cuando los carbohidratos obtenidos en la dieta o las reservas de glucógeno son agotadas y el cuerpo necesita obtener energía de otra fuente, además elimina el lactato producido en el músculo y los eritrocitos, y el glicerol producido por el tejido adiposo (Murray, 2010).

La glucólisis y la gluconeogénesis pueden parecer reacciones inversas ya que con una se crea energía a partir de la glucosa y en la otra se crea glucosa a partir de los residuos de la primera, pero no es así porque de las diez reacciones químicas de la glucólisis solo seis se llevan a cabo de forma inversa en la gluconeogénesis, por lo que las otras cuatro son irreversibles, para poder llevar a cabo la formación de glucosa se llevan a cabo otras reacciones que rodean estas cuatro últimas:

Carboxilación de piruvato en oxalacetato

La piruvato carboxilasa mitocondrial cataliza la carboxilación de piruvato a oxalacetato, esta reacción necesita ATP y biotina como coenzima.

La biotina se toma al CO_2 del HCO_3 para formar carboxibiotina, y así poder transferir el grupo carboxilo al piruvato y convertirlo en oxalacetato.

Fosforilación del oxalacetato en fosfoenolpiruvato (PEP)

La fosfoenolpiruvato carboxicinasas, remueve el grupo carboxilo del oxalacetato y agrega un grupo fosforilo para obtener fosfoenolpiruvato.

Conversión de fructosa 1,6 –bisfosfato a fructosa 6-fosfato

La fructosa 1,6-bisfosfatasa cataliza la conversión de la fructosa 1,6-bisfosfato en fructosa 6-fosfato por medio de la hidrólisis, para poder revertir la glucólisis. Esta enzima determina si un tejido es capaz de sintetizar glucosa no solo de piruvato. Se encuentra en hígado, riñón y músculo estriado.

Conversión de Glucosa 6-fosfato en glucosa

La glucosa 6-fosfatasa cataliza la conversión de glucosa 6-fosfato en glucosa por medio de hidrólisis en lugar de utilizar ADP y transferir un grupo fosforilo para transformándolo en ATP.

Cabe mencionar que estas reacciones también son irreversibles.

La glucosa obtenida por esta vía es mandada a través del torrente sanguíneo a otros tejidos que necesiten de esta. Si el músculo gasta sus reservas de glucosa y además recurrió a la glucólisis anaerobia, obteniendo lactato, viaja al hígado para transformarse de nuevo en glucosa, para después volver al músculo. A este ciclo se le conoce como ciclo de Cori (Murray, 2010; Nelson, 2015).

Fuentes gluconeogénicas

Son fuentes cuya estructura es a base de carbono pero no son carbohidratos, pero que el organismo puede someterlo a un proceso para obtener a partir de ellos glucosa.

Propionato de calcio

El propionato de calcio se obtiene a través de la fermentación de butirato o succinato (Stainer, 1992), y puede ser utilizado como conservador (Casas-Forero, 2011) o como tratamiento para controlar cetosis subclínica en bovinos lecheros (Salgado, 2009).

El propionato que ingresa al organismo ya sea en forma de ácido propiónico producido en el ciego y en este caso propionato de calcio, se absorbe en el intestino y es transportado al hígado para sufrir una activación con ATP y CoA por una acil-CoA sintetasa transformándolo en propionil-CoA, para después someterse a una carboxilación por medio de la propionil-CoA carboxilasa, utilizando a la biotina como coenzima, y transformarse en D-metilmalonil-CoA.

El D-metilmalonil-CoA se convierte en L-metilmalonil-CoA por medio de la metilmalonil-CoA racemasa para que al final sea sometido a una isomeración en succinil-CoA por medio de la metilmalonil-CoA isomerasa, para después entrar a la gluconeogénesis (Murray, 2010; Mathews, 2002).

Propilenglicol

El propilenglicol, propano-1,2-diol o 1, 2 dihidroxipropano, es un alcohol deshidratado obtenido a partir del rompimiento del propano (Yoshida, 1971), en estado puro es incoloro, inodoro, con un sabor dulce y ligera viscosidad, se usa principalmente en la industria alimenticia como fungistático y bacteriostático en los alimentos líquidos, aunque esta función también es utilizada en la industria farmacéutica así como vehículo para medicamentos y estabilizador para las vitaminas, en los alimentos empacados funciona como humidificante, al adicionarlo en la dieta de los animales se utiliza como fuente de carbohidratos, también es utilizado como analgésico en perros a una dosis de 21.2 ml vía intravenosa (Barbieri, 2001) y es utilizado para elevar niveles de progesterona y mejorar la calidad del cuerpo lúteo en novillas (Ordoñez, 2007) y como tratamiento contra toxemia de la preñez en borregas (Sienra, 1984).

El propilenglicol es absorbido en el intestino y transportado al hígado para transformarse en ácido láctico y ácido pirúvico y su posterior transformación a oxalacetato para poder entrar a la gluconeogénesis.

Justificación

Debido a la poca información que existe en conejos Nueva Zelanda blanco al emplear propionato de calcio y propilenglicol se planteó este trabajo durante los 35 días que dura el periodo de engorda evaluando su efecto sobre los parámetros productivos, dado que en otras especies como bovino, ovino y porcino, que tiene algunas similitudes con el conejo en la digestión de estas fuentes gluconeogénicas, se ha encontrado un efecto benéfico al utilizarlos.

II. Hipótesis

El empleo de propionato de calcio, propilenglicol y la mezcla de propionato de calcio con propilenglicol, como fuentes gluconeogénicas, mejorarán el comportamiento productivo (ganancia de peso, consumo de alimento semanal y porcentaje de mortalidad) en la fase de engorda y rendimiento en canal de conejos Nueva Zelanda blanco.

III. Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres diferentes fuentes gluconeogénicas (propionato de calcio, propilenglicol y propionato de calcio + propilenglicol) en los parámetros productivos y el rendimiento de la canal caliente en el conejo de engorda Nueva Zelanda blanco.

Objetivos particulares

- Medir los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de alimento semanal, índice de conversión alimentaria y porcentaje de mortalidad) del conejo de engorda Nueva Zelanda blanco, alimentado con tres diferentes fuentes gluconeogénicas (propionato de calcio, propilenglicol y propionato de calcio + propilenglicol) adicionadas al alimento.
- Medir el rendimiento en canal caliente de los conejos de engorda Nueva Zelanda blanco alimentados con tres diferentes fuentes gluconeogénicas (propionato de calcio, propilenglicol y propionato de calcio + propilenglicol) adicionadas al alimento.

IV. Material y Métodos

La investigación se realizó en el Área de Cunicultura del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.Av) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Ciudad de México, a una altitud de 2,250 m.s.n.m, entre los paralelos 19° y 17° de latitud norte y los meridianos 99°00'09" longitud este, bajo condiciones de clima templado subhúmedo, y con lluvias en verano C(wo) (w), con una precipitación pluvial anual media de 747 mm, siendo enero el mes más frío y mayo el más caluroso, con temperatura anual media de 16°C (García, 1987).

Todos los procedimientos que se realizaron con los animales cumplieron con las recomendaciones realizadas por el Comité Interno para el Cuidado y Uso de los Animales (CICUA) de acuerdo a la NOM-062-ZOO-1999 (DOF, 2001).

Se utilizaron un total de 126 conejos, entre hembras y machos, de la raza Nueva Zelanda blanco con 35 días de edad y un peso promedio de 854 ± 26 g, estos se alojaron en una caseta de ambiente natural, empleando jaulas tipo americana con una medida de 90 cm X 40 cm X 60 cm, distribuidas bajo el sistema "Flat-Deck" equipadas con bebederos de pivote y comederos tipo tolva (Figura 3 y 4). El agua y alimento se les proporcionó *ad libitum*.

Se empleó un alimento comercial el cual fue molido y mezclado con los diferentes sustratos gluconeogénicos para posteriormente repeletizarlo, la dosis que se utilizó fue de 2 g / kg de alimento formando los siguientes tratamientos:

- Dieta 1. Testigo (alimento comercial)
- Dieta 2. Alimento comercial + propionato de calcio
- Dieta 3. Alimento comercial + una mezcla de propionato de calcio y propilenglicol*
- Dieta 4. Alimento comercial + propilenglicol

Se empleó un diseño de bloques al azar de 3 bloques (donde cada bloque es igual a un ciclo de engorda) con un total de 8 repeticiones por tratamiento y cada repetición representó una unidad experimental y estuvo conformada por 4 conejos (Figura 5).

Los animales se alojaron en las jaulas durante un periodo de 35 días, semanalmente se pesaron tanto al alimento como a los conejos para poder calcular la ganancia de peso y el consumo de alimento semanal, al finalizar del ciclo se realizó el sacrificio de los individuos utilizando la insensibilización conforme a la NOM-033-SAG/ZOO-2014 (DOF, 2014) y el posterior desangrado mediante el corte de la yugular. Una vez terminado el proceso de faenado se separaron de la canal los riñones, hígado y cabeza y se pesaron individualmente para registrarlos y posteriormente calcular el rendimiento en canal. Además se realizó la clasificación de la canal conforme a la NMX-FF-105-SCFI-2005 (DOF, 2005)

*Lipofeed es 1,2 propanodiol (propilenglicol) al 3.3% y Propionato de sodio o calcio al 6.9% y vehículo c.b.p. 100%. Patente No. 293972.

Análisis Estadístico

Antes de realizar el análisis a las variables se les aplicaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza.

Los resultados de las variables estudiadas se analizaron con forme a un diseño de bloques al azar con el paquete estadístico JMP ver. 8 mediante el siguiente

modelo estadístico: $Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_j + E_{ijk}$ $i = 1, 2, 3 \text{ y } 4; j = 1, 2 \text{ y } 3; k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \text{ y } 8$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general

t_i = Efecto de i-ésimo tratamiento

β_{jk} = Efecto de j-ésimo bloque

E_{ijk} = Error experimental

Y las comparaciones de las medias se realizaron mediante la prueba de Tukey con una $P < 0.05$.

V. Resultados

Los resultados obtenidos de los parámetros productivos donde se adicionó propilenglicol, propionato de calcio y mezcla de propionato de calcio y propilenglicol se presentan a continuación (Cuadros 4 y 5).

Para la ganancia de peso total no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, reportando un rango de 1274 a 1300 g. En consumo de alimento tampoco hubo diferencia significativa ($P < 0.05$), en un rango de 3873 a 4269 g. En el caso de conversión alimentaria no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$), registrando un rango de 3.00 a 3.30 kg:kg.

Para rendimiento en canal se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en el peso de la canal sin cabeza y en el peso total de la canal, mostrando que entre el tratamiento 1 y el tratamiento 2 no hay diferencia significativa, pero sí se encontró diferencia entre el tratamiento 1 y los tratamientos 3 y 4, observando que el tratamiento 1 presenta un peso promedio de 1146 g para la canal sin cabeza y de 1374 g para el peso de la canal total, mientras que los tratamientos 2, 3 y 4 presentan un rango de 1004 g a 1090 g para el peso de la canal sin cabeza y de 1202 g a 1301 g para el peso total de la canal. Para rendimiento de la canal se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$), mostrando que el tratamiento 1 no es igual a los tratamientos 2, 3 y 4 con un rendimiento de 58.91 % para el tratamiento 1 y un rango de 56.74 a 57.30 % para los tratamientos 2, 3 y 4.

VI. Discusión

Barbieri en 2001 menciona que si se administra 8 ml/ kg p.v. en conejas adultas de propilenglicol durante 50 días no deja residuos en el animal, considerando una densidad del propilenglicol de 1.04 g/ml se obtuvo un consumo de 3.49 ml/kg p. v. en esta prueba (3.5 ml/kg p. v.) lo que sugiere que la dosis fue muy inferior a la que menciona el autor para tener residuos. Sin embargo estuvo 7 veces arriba de la dosis que menciona el autor (1 ml/kg p. v.) para encontrar un efecto y 5.14 veces debajo de la dosis letal (18 ml/ kg p. v.)

En el caso de ganancia total por conejo Morales en el 2006 reportó una ganancia de 1319 g, mientras que Cortez en el 2005 registró una ganancia de 1440 g, en comparación con la ganancia obtenida en este experimento fue de 1300 g, en comparación con el primer resultado no hubo una gran diferencia, pero si con el segundo mostrando 140 g, lo que pudo ser ocasionado por la línea genética utilizada en cada experimento cuando se desarrolló la investigación de Cortez en el 2005, o por la presencia de enfermedades y la menor ganancia de peso, ya que en este trabajo se reporta un 21.87% de mortalidad y hubo presencia de diarreas acuosas y diarreas mucoides durante el experimento.

En el caso del peso final en pie a los 35 días de engorda se observó que en el experimento de Palma y Hurtado se obtuvo un resultado mayor al obtenido que fue de 2084 g, esto tal vez debido a la diferencia en el alimento que se le ofreció a los animales ya que los conejos iniciaron el experimento a los 30 días de edad y el ciclo duro 63 días en comparación al que se desarrolló en este trabajo por lo que se

ajustó el peso final al tiempo que duró el experimento realizado en este trabajo, se registró un peso final de 1348 g en comparación a lo obtenido que fue de 2182 g, esto pudo haber sucedido ya que el peso inicial promedio de los gazapos utilizados era 403 g comparado con el de los animales empleados en este experimento que fue de 882 g, casi el doble del peso,. Vázquez en 2007 reportó un peso final de 2299 g mayor al obtenido al finalizar el experimento, esto pudo haber ocurrido por el tipo de dieta que se manejó, ya que en el experimento de Vázquez se hizo el alimento a partir de varios ingredientes, mientras que en este experimento se utilizó alimento comercial. Comparándolo con el consumo que registró Vázquez en 2007 el resultado fue de 3952 g en comparación al obtenido que fue de 4269 g lo que indica que probablemente el aporte nutricional que le ofrecía el alimento a los animales era mayor y satisfacía las necesidades de los animales lo que ocasionaba un menor consumo al cubrir los requerimientos nutricionales (Cuadro 3) del conejo con menor alimento en comparación al obtenido en el experimento, en una producción es deseable que los animales mejoren su conversión alimentaria, lo que es beneficioso ya que el alimento representa el mayor gasto dentro de una granja. Al compararlo con los otros tratamientos es mayor, una de las posibles razones sería por la forma en la que se le ofreció el alimento a los animales, al testigo se le ofreció sin cambio alguno, mientras que los demás tratamientos se molieron y repeletizaron teniendo un efecto en el grosor, aumentándolo y volviendo la textura más áspera y rugosa, esto pudo influir ocasionando un menor consumo por parte de los conejos.

En cuanto al índice de conversión alimentaria, Nieves en 2009 reporta la cifra de 3.06 ofreciendo alimento en forma de pellet, mientras que obtuvo 4.1 al ofrecer el

alimento testigo en forma de harina lo que aumentó considerablemente la conversión alimentaria, en el caso del primer dato es menor al obtenido en el experimento que fue de 3.30 refiriéndose exclusivamente a los datos obtenidos de los testigos, en el caso de la segunda cifra es muy parecida a la reportada por Palma y Hurtado en 2010 que fue de 4.43 aunque en este caso el alimento se dio peletizado. Mientras que Vázquez en 2007 reporta un índice de conversión de 2.63 lo que refuerza lo mencionado en el caso del consumo cubriendo con menor alimento las necesidades nutricionales del conejo, pero también se pudo inferir que la forma de ofrecer el alimento influye bastante en el consumo y por consiguiente en la conversión.

Flores en 2009 registró un peso de 1198 g por canal caliente, aunque no reporta el peso de los riñones y Vázquez en 2007 obtuvo el peso del hígado y los riñones juntos, por lo que se optó por restarle el peso de los riñones y el hígado al peso conseguido para poder compararlos, en el experimento se obtuvo 1270 g en el peso de la canal, Vázquez en 2007 reporta un peso de 1286 g. Las diferencias entre el peso de las canales y la conversión alimentaria los resultados hallados muestran que se obtuvo un resultado menor al del testigo, no obstante el consumo es igual en los cuatro tratamientos lo que sugiere que consumieron la misma cantidad de alimento pero los últimos tres tratamientos donde se usaron los productos ganaron menos masa muscular aunque también pudieron haber ganado menos masa ósea lo que explicaría los resultados obtenidos.

En este trabajo se reportó un rendimiento en canal de 58.91% en el testigo presentando una diferencia estadística en comparación con los tratamientos 2, 3 y

4 en los cuales se registró un rango de 56.74 a 57.30%, esto pudo ser consecuencia del almacenamiento de la glucosa excedente en la grasa visceral del conejo, y al momento de realizar el faenado y retirar las vísceras podría explicar tanto el peso como el rendimiento de los tratamientos 2, 3 y 4.

Para el caso del rendimiento en canal se reportó un 58.91 % en el testigo mientras que Flores en 2009 reportó un 58.65 %, en este caso los resultados son muy parecidos.

La ficha técnica del producto empleado (Lipofeed) (Premezclas, 2009) reporta que el uso de este producto es eficaz en los rumiantes como vacas o borregos debido al aumento de ácidos grasos volátiles al metabolizar el producto por medio de las bacterias ruminales por lo que su absorción puede ser más eficiente que en el conejo, esto puede ser por su forma de fermentación, pos gástrica, por lo que se absorbe por el intestino delgado y lo que sobra es llevado al ciego para que lo aprovechen los microorganismos cecales, lo que puede sugerir una interacción entre el pH estomacal y las fuentes gluconeogénicas empleadas en este trabajo ya que es elevado en las primeras semanas de vida debido a que pasa de consumir leche a alimento balanceado y va disminuyendo conforme va pasando el tiempo, además de que los estudios que reportan son en animales que presentan un pH estomacal más estable, en comparación con los rumiantes por la morfología de su aparato digestivo.

También puede estar relacionado con la forma en que el animal absorbe la fuente gluconeogénica, ya que en los rumiantes lo hacen a través de las bacterias que metabolizan el propilenglicol y el propionato de calcio en los ácidos grasos volátiles

(AGV's) que son producidos en el rumen, mientras que los conejos lo absorben por el intestino y puede que una pequeña cantidad llegue al ciego y sea metabolizados en AGV's, otra de las causas puede ser que todos los rumiantes son muy eficientes en el proceso de la gluconeogénesis ya que es su principal vía de obtención de glucosa mientras que los conejos a pesar de realizar una fermentación de la fibra obtienen la glucosa de la dieta principalmente. Barbieri en 2001 reporta la completa transformación del propilenglicol administrado en conejos pero al no indicar como realizó la medición para establecer cuanto del producto administrado fue absorbido y metabolizado se podría establecer esta teoría.

Para el caso de la mortalidad no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$) por tratamientos. Una de las principales causas fue la presencia de diarrea (Figura 6 y 7) de la semana 1 a la 3 en todos los bloques, esto pudo ocasionarse por el cambio de alimentación, también pudo deberse al manejo que se le dio a los animales ya que se tuvo que transportar una distancia de 500 m aproximadamente en cajas, otra causa pudo ser que alguno de los sujetos de prueba fuera un animal infectado, lo que sirvió de reservorio e infectó a los demás, además se puede deber a la presencia de estas fuentes gluconeogénicas en el alimento, lo que favoreció a la proliferación de bacteria en el intestino ocasionando la diarrea.

VII. Conclusiones

De los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales empleadas se puede concluir que el uso de propilenglicol, propionato de calcio y mezcla de propionato de calcio y propilenglicol a una dosis de 2 g/ kg de alimento no mostró una mejoría en la ganancia de peso, consumo de alimento ni conversión alimentaria, pero sí hubo una disminución en el rendimiento en canal al emplear los diferentes productos.

VII. Referencias

- 1.- Barbieri, S., Crimella, C., Heinzl, E., Luzi, F. (2001). Rol del propilenglicol: pruebas experimentales en conejos. *Lagomorpha*, 2001; 115.
- 2.- Casas-Forero, N., y Cáez-Rámirez, G. (2011). Cambios morfométricos y de calidad por aplicación de tres fuentes de calcio bajo tratamiento térmico suave en melón (*Cucumis melo* L.) fresco precortado. *Revista mexicana de ingeniería química*, 10(3), 431-444.
- 3.- Cheeke, Peter R. (1995). Alimentación y nutrición del conejo. 1ª Edición. España.
- 4.- Comité Nacional Sistema Productivo Cunicola (CNSPC). 2016. Recuperado el 22 de octubre de 2017 de: http://sistemaproductocunicola.org.mx/estadisticas_cunicola.html
- 5.- Cortez, A., L. (2005). Parámetros productivos de conejos Nueva Zelanda blanco en la etapa de engorda con la inclusión en la dieta de diferentes niveles de *Spirulina maxima* y *Ascophyllum nodosum*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 6.- De Blas, C., and Wiseman, J. 1998. *The Nutrition of Rabbit*. CABI Publishing, Wallingfort, UK.
- 7.- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2001. Recuperado el 06 de octubre de 2018 de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=762506&fecha=22/08/2001
- 8.- Diario Oficial de la Federación. 2005. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5049526&fecha=01/03/2005

- 9.- Diario Oficial de la Federación. 2014. Recuperado el 26 de octubre de 2017 de: www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376424&fecha=18/12/2014
- 10.-Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. FAOSTAT – Producción – Ganadería Primaria [online]. Recuperado el 17 de agosto de 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>
- 11.-Flores, S. (2009). Efecto del periodo de ayuno y método de aturdimiento sobre el bienestar y características físico-químicas de la carne de conejo. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 12.-Fuentes, A. X., Castiñeiras, L. M. y Queralto C. J. (1998). Bioquímica clínica y patología molecular. 2 ed. Vol. II. Barcelona, España: Reverte.
- 13.-García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. 4ª ed. México: SIGMA, 1987.
- 14.-Gidenne, T. 1997. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Livestock Production Science*, 51: 73-88
- 15.-Hongthong , P., K. Siton, T. Chay y T. R. Preston. 2004. Water spinach (*Ipomoea aquatica*) and stylo 184 (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) as basal diets for growing rabbits. *Livest. Res. Rural Development* 15:5-12
- 16.-Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo Agropecuario, Ganadero y Forestal 2007. Recuperado el 4 de septiembre de 2017 de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=17177&s=est>
- 17.-Martínez, M. Á. (2004). Cunicultura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- 18.-Martínez, M. A. et. al. (2013). Medicina y Zootecnia Cunícola II. México DF: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- 19.-Mathews, K., Van Holden, E. y Ahern, G., (2002). Bioquímica. España: Pearson Addison Wesley.
- 20.-Mayolas, E. (2007). Conejo para carne: estrategia de producción, gestión económica, comercialización. 3ª Edición. Argentina.
- 21.-McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. y Wilkinson, R. G. (2011). Nutrición Animal. España: Acribia, S. A. Zaragoza.
- 22.-McNitt, J. I., Patton, N. M., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R. (2000). Rabbit Production. 8ª Edición. Estados Unidos de América.
- 23.-Morales, M., A. (2006). Efecto de la complementación con germinado de cebada en dietas con canola sobre las variables productivas y el pH cecal en conejos Nueva Zelanda en etapa de engorde. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 24.-Murray, R. K., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennelly, P. J., Rodwell, V. W., Weil, P. A. (2010). HARPER Bioquímica ilustrada. México, D.F: McGrawHill.
- 25.-Nelson, D. L., Cox, M. M., (2015). Lehninger Principios de bioquímica. 6ª Edición. España.
- 26.-Nieves, D. (2009). Forrajes promisorios para la alimentación de conejos en Venezuela. Valor nutricional. Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. VIII Encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos, Univ. Nac. Exp. "Ezequiel Zamora.

- 27.-Noro, M., y Wittwer, F. (2012). Interrelaciones entre ureagénesis y gluconeogénesis hepática en rumiantes alimentados con elevado contenido de nitrógeno. *Veterinaria México*, 43(2), 143-154.
- 28.-Olivares, R., Gómez, M. Á., Schwentesius, R., y Carrera, B. (2009). Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y sociedad*, 21(46), 191-207.
- 29.-Ordóñez, C. O. H., Miguel, C. T., Piñeiro, E. G., Fernandez, N. F., y Manforte, C. D. (2007). El Propilenglicol Mejora los Resultados de la Transferencia de Embriones. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) España.
- 30.-Palma, O. R., & Hurtado, E. A. (2010). Comportamiento productivo de conejos durante el período de crecimiento-engorde alimentados con frutos de mango (*Mangifera indica*) en sustitución parcial del alimento balanceado comercial. *Idesia (Arica)*, 28(1), 33-37.
- 31.-Premezclas Energéticas Pecuarias (PREPEC). 2009. Recuperado el 03 de abril de 2018 de: <http://www.prepec.com.mx/espanol/index.html#section5>
- 32.-Rao, D. R., et al. 1979. Nutritive value of rabbit meat. *The Domestic Rabbit: Potential, Problem, and Current Research*. Oregon State University Rabbit Research Center, Corvallis
- 33.-Reece, W. O., (Ed.). (2009). Fisiología de los animales domésticos. España: Acribia, S. A. Zaragoza.
- 34.-Salgado, E. G., Bouda, J., Ávila, J., y Navarro, J. A. (2009). Efecto de la administración de sales de calcio y precursores de glucosa sobre calcio

- sérico y cuerpos cetónicos en vacas lecheras posparto. *Veterinaria México*, 40(1), 17-26.
- 35.-Sienra, R., Bonino, J., Larregui, V., & Echeguía, M. (1984). Toxemia de la preñez II. Inducción experimental y respuesta a la terapia con glicerol-propilenglicol. *Veterinaria*, 20(88-89), 78-83.
- 36.-Stainer, R. Y., Ingraham, J. L., Wheelis, M. L. y Painter, P. R. (1992). Microbiología. España: Editorial Reverte S. A.
- 37.-Vázquez, M. (2007). Respuesta productiva del conejo de engorda Nueva Zelanda blanco al sustituir harina de alfalfa por pasta de cártamo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 38.-Yoshida, M., Ikumu, H. (1971). Formation of propionaldehyde in caecum of chicken fed 1,2 propanediol. *Agr. Biol. Chem.* 35, 1628 – 1632.
- 39.-WWW.MINDOMO.COM. [Citado el 23 de agosto del 2018]. Disponible en: <https://www.mindomo.com/es/mindmap/glucogenolisis-b4ed5c7d0c494301a2aca74e8761221f>

XI. Cuadros y Figuras.

CUADRO1. Parámetros productivos del conejo Nueva Zelanda blanco en la etapa de engorda en un sistema semiintensivo.

Edad al destete (días)	Peso al destete (Kg)	Ganancia diaria de peso (g)	Peso a los 70 días (Kg)	Conversión alimentaria (Kg: Kg)	Edad al sacrificio (días)	Rendimiento en canal (%)	Mortalidad (%)
35	800	30 - 35	1.800 - 2.200	3:1	70	55	5

Obtenida del Martínez et. al. 2013. Medicina y Zootecnia Cunicola II.

CUADRO 2. Aporte nutricional de la carne de conejo y de otras especies.

Producto	Proteína Cruda (%)	Grasa (%)	Agua (%)	Cenizas (%)	Ácidos Grasos Insaturados (% del total de ácidos grasos)	Colesterol (mg/100g)
Conejo	18.5	7.4	71	0.64	63	136 – 164
Res	21.5	5.9	72	1.1	-	-
Borrego	17.7	15.5	66	1.1	-	-
Cerdo	20.0	12.2	67	1.1	-	-

Modificado por Jorge Alberto Flores Gutierrez.

CUADRO 3. Necesidades nutricionales de un conejo en etapa de crecimiento en base seca tomado de varios autores*.

Etapa	Crecimiento
Proteína Cruda (%)	15 – 17
Fibra Cruda (%)	13 – 16
Fibra indigestible (%)	Mín. 10
ED (kcal/kg)	2400 – 2500
EM (kcal/kg)	2400
Grasa (%)	2 – 3

Modificado por Jorge Alberto Flores Gutierrez.

* Lebas, F., 1980; Richardson VC G., 2000. Guía Comercial de Cunicultura. Cunicultura 2003.

CUADRO 4. Parámetros productivos obtenidos a los 35 días de engorda de conejos Nueva Zelanda blanco alimentados con diferentes fuentes gluconeogénicas.

Tratamiento	Ganancia de Peso/ Conejo (g)	Consumo de alimento/ conejo(g)	Conversión Alimentaria/ Conejo kg:kg	Mortalida d Global %
Testigo	1300	4269	3.30	21.87
Propionato de calcio	1291	3881	3.00	25.00
MPP*	1289	3873	3.04	15.50
Propilenglicol	1274	3876	3.06	18.75
EEM**	33.92	135.22	0.11	7.64

No se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$)

*Peso Inicial 854 ± 26 g

*MPP= Mezcla de propionato de calcio y propilenglicol

**EEM = Error Estándar de la Media

CUADRO 5. Rendimiento de la canal en caliente obtenida en conejos con 70 días de edad alimentados con diferentes fuentes gluconeogénicas.

Tratamiento	Testigo	Propionato de calcio	MPP*	Propilenglicol	EEM**
Peso de canal sin cabeza (g)	1146 ^a	1090 ^{ab}	1004 ^b	1004 ^b	38.12
Peso del hígado (g)	88 ^a	78 ^a	69 ^a	77 ^a	5.86
Peso de la cabeza (g)	125 ^a	118 ^a	114 ^a	111 ^a	3.92
Peso de los riñones (g)	16 ^a	15 ^a	15 ^a	16 ^a	0.69
Peso total de la canal (g)	1374 ^a	1301 ^{ab}	1202 ^b	1209 ^b	44.56
% de rendimiento de la canal	58.91 ^a	57.08 ^b	56.74 ^b	57.30 ^b	0.55

Diferente letra en fila muestra diferencia estadística entre tratamientos ($P<0.05$)

*MPP= Mezcla de propionato y propilenglicol

**EEM= Error Estándar de la Media

CUADRO 6. Análisis químico proximal* del alimento empleado en la prueba

	Testigo Alimento Comercial **	Base húmeda,%	MPP*** Base húmeda
Materia seca	-	90.19	94.45
Humedad	Máxima 12.0	9.81	5.55
Proteína cruda (Nitrógeno 6.25)	Mínimo 16.0	16.57	15.90
Extracto etéreo	Mínimo 3.0	1.75	3.19
Cenizas	Máxima 10.0	7.46	8.16
Fibra cruda	Máximo 16.0	13.71	12.94
Extracto libre de nitrógeno	Mínimo 43.0	50.70	54.26
Energía Metabolizable Mkal/ Kg		2509 ⁺	2730 ⁺

*Método AOAC Químico Proximal (1990)

**Conejo Engorda (Malta Cleyton)

***MPP= Mezcla de Propionato de Calcio y Propilenglicol.

+Cifra calculada.

GLUCOGENOLISIS

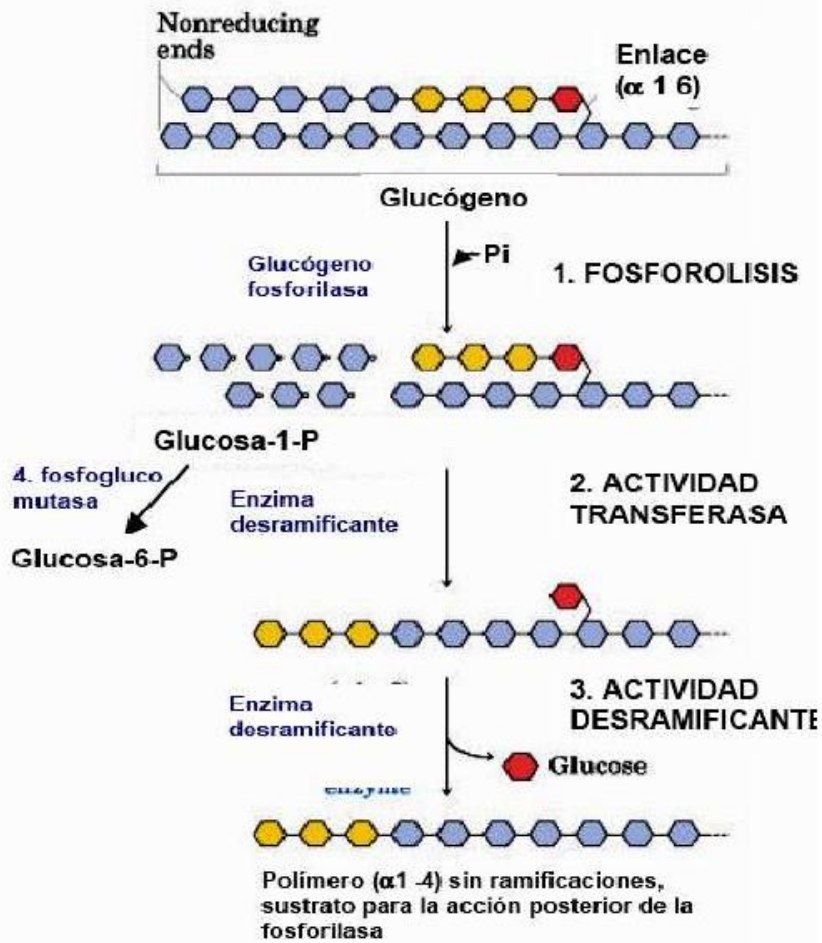
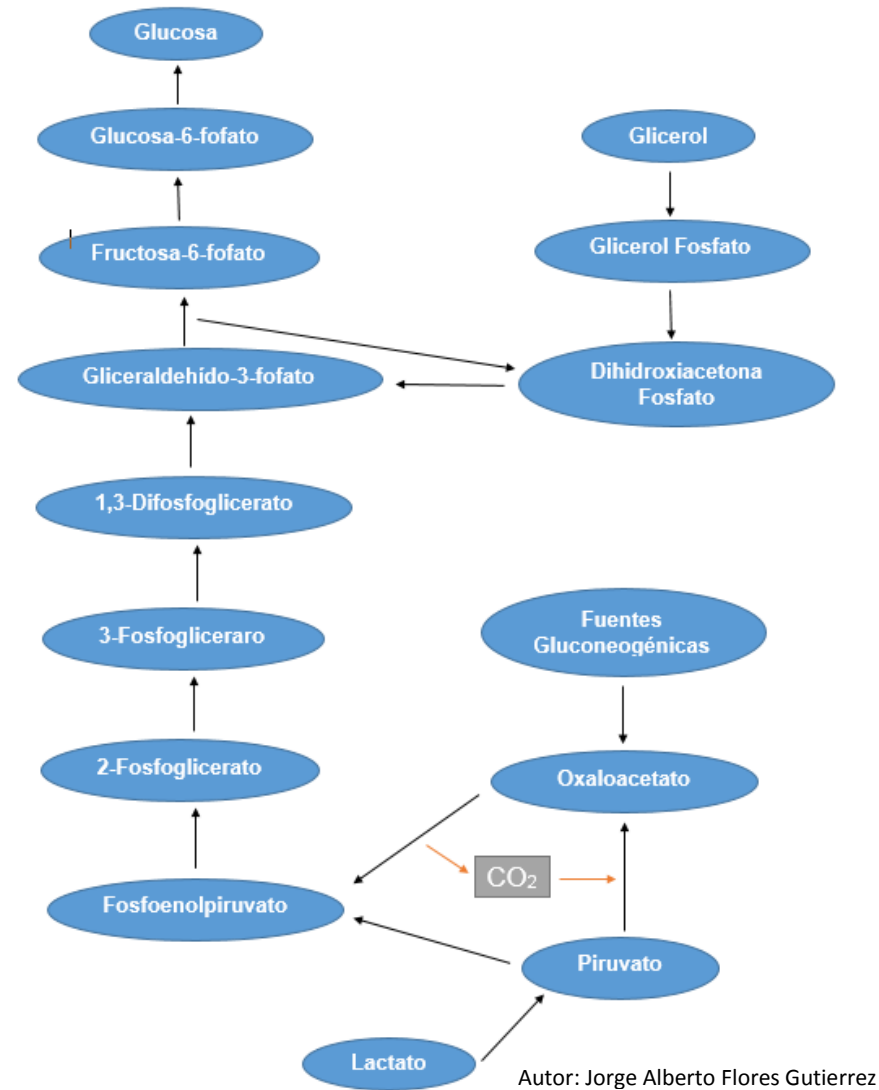


Figura 1. Vía de la Glucogenólisis. (Mindomo, 2018)



Autor: Jorge Alberto Flores Gutierrez

Figura 2. Vía de la Gluconeogénesis.



Figura 3. Jaulas colocadas en forma “Flat-Deck” en instalaciones de ambiente natural.



Figura 4. Dos comederos tipo tolva y un bebedero de pivote (círculo) para cada unidad experimental.



Figura 5. Unidad experimental formada por cuatro conejos Nueva Zelanda blanco con sexo indistinto.



Figura 6. Diarrea en conejo de 7 semanas de edad con diarrea acuosa en la zona perianal.



Autor: Jorge Alberto Flores Gutierrez

Figura 7. Diarrea mucoide en el piso de las instalaciones donde se observa gran cantidad de epitelio intestinal (Flechas) y moco traslúcido, además se observan algunas heces no muy bien formadas. (Círculos).