

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA**

Efecto de la adición de un sustrato energético en dietas de gallinas de postura sobre comportamiento productivo y rentabilidad económica durante las semanas 40 - 47 de producción

Línea de Investigación:

Producción y Bienestar Animal

Autor:

Quispe Luna, Richard Emilio

Jurado Evaluador:

Presidente: Castillo Soto, Wilson Lino

Secretario: Huamán Dávila, Angélica María

Vocal: Ortiz Tenorio, Luis Abraham

Asesor:

Honorio Javes, César Eduardo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8917-7085>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de sustentación: 2021/03/24

Efecto de la adición de un sustrato energético en dietas de gallinas de postura sobre comportamiento productivo y rentabilidad económica durante las semanas 40 - 47 de producción

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	1%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
5	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, César Eduardo Honorio Javes, docente del Programa de Estudio Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Efecto de la adición de un sustrato energético en dietas de gallinas de postura sobre comportamiento productivo y rentabilidad económica durante las semanas 40 - 47 de producción", autor Richard Emilio Quispe Luna, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 9%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (7 de setiembre de 2023).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 07 de setiembre de 2023

Asesor: César Eduardo Honorio Javes

DNI: 18206656

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8047-2993>

Firma:



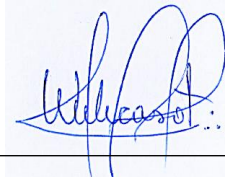
Autor: Richard Emilio Quispe Luna

DNI: 70250317

Firma:



La presente tesis ha sido aprobada y revisada por el siguiente jurado:



Ing. Dr. Wilson Lino Castillo Soto
PRESIDENTE



Mvz. Mg. Angélica María Huamán Dávila
SECRETARIO



Mv. Mg. Luis Abraham Ortiz Tenorio
VOCAL



Ing. Mg. César Eduardo Honorio Javes
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme felicidad tan grande, y por rodearme de personas a las que amo y estimo mucho.

A mi madre Roxana y a mi segunda madre Sara, por su gran esfuerzo en educarme, corregirme, y por sobre todo amarme a pesar de cada dificultad y problema vivido.

A mi padre Roger, por ser el mejor modelo que pude tener. La perseverancia, el trabajo duro, la resiliencia y por sobre todo el gusto por el conocimiento son el legado que perdurará conmigo.

A Cristhian, Mónica, Victor y Alex por el soporte y la ayuda que me dieron a lo largo de este tiempo, los ánimos y las ganas de ser un modelo de estudiante y persona para todos ustedes estuvieron presentes en cada momento que pasé en la universidad

A mis amigos, por compartir sonrisas en los momentos buenos y abrazos en los malos. Gracias por su apoyo y su amistad incondicional. Estarán en mi recuerdo toda la vida.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, mi agradecimiento al todopoderoso Dios, que es el que me a dado salud, fortaleza y sapiencia para lograr culminar una etapa en mi vida.

Al Ing. Honorio, un excelente docente y un gran amigo, el cual me a apoyado arduamente en esta etapa universitaria.

A mi amigo Aníbal que coordinó la realización de la tesis. Agradecerle su amistad a lo largo del tiempo.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la adición de un sustrato energético sobre el comportamiento productivo y rentabilidad económica en la dieta de gallinas de postura desde la semana 40 a 47 de producción. Se utilizaron 672 gallinas de la línea Hy Line Brown, alojadas en unidades experimentales de 28 aves cada una (cuatro jaulas de siete aves cada una), distribuidas bajo un diseño completamente al azar en cuatro tratamientos (0% ,0.1% ,0.2% y 0.3% de adición de sustrato energético) y seis repeticiones. Las dietas fueron formuladas atendiendo los requerimientos nutricionales de las gallinas durante esta etapa. Los resultados fueron analizados a través del análisis de variancia de regresión. Los resultados de porcentaje de postura, conversión alimenticia, masa de y peso promedio de huevo mostraron diferencias significativas ($P < 0.0001$); los mejores resultados se obtuvieron con la adición de 0.2% de sustrato energético. La rentabilidad económica fue mayor en la dieta con 0,2%. Se concluye que la adición de un sustrato energético en dietas de gallinas de postura mejora los parámetros productivos y aumenta la rentabilidad económica.

Palabras clave: aves, postura, nutrición, energía, sustrato.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of adding an energetic substrate on the productive behavior and economic profitability in diets of laying hens from week 40 to 47 of production. 672 Hy Line Brown hens were used, housed in experimental units with 28 birds each one (four cages of seven birds each one), distributed under a completely randomized design with four treatments (0%, 0.1%, 0.2% y 0.3% energetic substrate addition) and six repetitions. The diets were formulated to meet the nutritional requirements of the hens in this stage, the results were analyzed through the analysis of regression. The posture percentage, feed conversion, egg mass and weight showed significant difference ($P < 0.0001$); the best results were obtained with the 0.2% energetic substrate addition. The economic profitability was major in the diet with 0.2% energetic substrate addition. It is concluded that the addition of energetic substrate in laying hens' diets improve the productive behavior and increases the economic profitability.

Keywords: birds, layer, nutrition, energy, substratum.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Situación actual de la producción avícola	3
2.2. Requerimientos nutricionales de gallinas ponedoras	4
2.3. Rendimiento productivo de gallinas ponedoras	5
2.4. Energía en gallinas ponedoras	6
2.5. Lípidos en la dieta	7
2.6. Aceites en dietas de animales	8
2.6.1. Aceite de soya	8
2.6.2. Valor nutricional del aceite de soya	9
2.7. Ciclo de Krebs.....	9
2.8. Gluconeogénesis vía lípidos	10
2.9. Sustratos energéticos	12
2.9.1. Propilenglicol	13
2.9.2. Propionato de Calcio	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de investigación	15
3.2. Instalaciones	15
3.3. Animales de estudio.....	15
3.4. Alimentación	15
3.5. Manejo de las aves	17
3.6. Variable independiente	17
3.7. Tratamientos	17
3.8. Variables dependientes.....	18
3.9. Análisis estadístico.....	19

IV.	RESULTADOS.....	20
	4.1. Evaluación del comportamiento productivo	20
	4.2. Análisis económico	25
V.	DISCUSIÓN.....	26
VI.	CONCLUSIONES.....	28
VII.	RECOMENDACIONES.....	29
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

		<i>Página</i>
Cuadro 1	Requerimientos mínimos recomendados durante la fase de postura 2 (40-50 semanas) para las gallinas hy-line Brown.	4
Cuadro 2	Requerimientos de aminoácidos recomendados durante la fase de postura 2 (40-50 semanas) para las gallinas hy-line Brown.	5
Cuadro 3	Rendimiento productivo para las gallinas hy-line Brown durante la fase de postura 2 (40-50 semanas).	5
Cuadro 4	Valores nutricionales del aceite de soya.	9
Cuadro 5	Composición porcentual y nutricional de la dieta para para las gallinas hy-line Brown durante la fase de postura 2 (40-50 semanas).	16
Cuadro 6	Promedios de porcentaje de postura, conversión alimenticia, masa de huevo y peso de huevos.	20
Cuadro 7	Beneficio neto y rentabilidad económica.	25

ÍNDICE DE FIGURAS

		<i>Página</i>
Figura 1	Esquematación completa de las tres etapas de la respiración celular.	10
Figura 2	Adaptación metabólica para hacer frente a requerimiento de energía en condiciones de inanición.	11
Figura 3	Rutas metabólicas sobre las que ejercen su efecto los sustratos energéticos en el ciclo de Krebs.	12
Figura 4	Metabolismo del propionato de calcio en monogástricos.	14
Figura 5	Porcentaje de producción (%), en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.	21
Figura 6	Comportamiento del porcentaje de postura en función de la adición del sustrato energético en la dieta.	21
Figura 7	Conversión alimenticia de las gallinas de postura, en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.	22
Figura 8	Comportamiento de la conversión alimenticia en función de la adición del sustrato energético en la dieta.	22

Figura 9	Masa de huevo (g) de las gallinas de postura, en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.	23
Figura 10	Comportamiento de la masa de huevo (g) en función de la adición del sustrato energético en la dieta.	23
Figura 11	Peso de huevo (g) de las gallinas de postura, en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.	24
Figura 12	Comportamiento del peso promedio de huevo en función de la adición del sustrato energético en la dieta.	24

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Minagri (2019) la avicultura es la actividad productiva que cubre la mayor parte de la demanda de proteína a nivel nacional, reportando crecimiento sostenido en los últimos años, prueba de esto se reporta que, en junio del 2019, la producción de huevos de gallina aumentó un 11.7% con respecto al mismo mes del año anterior. De igual manera la demanda también aumentó, en 2018 se calculó un consumo per cápita de 224 huevos frente a los 208 calculados en 2017 (Minagri, 2019). Frente a esta realidad, la competitividad que muestren las empresas usando la tecnología e innovando va a ser fundamental para crecer sostenidamente (Ruiz, 2019).

Se sabe que la alimentación es el principal costo en la industria avícola por tanto se deben realizar acciones que reduzcan este costo (López y Ramírez, 2012). Uno de los nutrientes principales en dietas de gallinas de postura es la energía, la cual va a cubrir las necesidades de mantenimiento, ganancia de peso y producción de huevos. Se debe tomar en cuenta que el tipo de especie determinará estas necesidades (Lazzaroni y Ocampo, 2016).

Uno de los insumos energéticos por excelencia es el aceite, el cual es sensible a condiciones externas desfavorables durante el proceso, almacén, y otros. Lo cual hace que este sea un insumo muy variable pudiendo ocasionar baja palatabilidad, además, la dosificación correcta de este insumo es difícil de lograr (Dolz, 1996).

Frente a esta realidad, alternativas como los sustratos energéticos son una opción a evaluar, los cuales proveen de precursores de glucosa que pueden utilizarse como fuente de energía sustituyendo parcial o totalmente a los lípidos de la dieta obteniendo los mismos resultados que con una fuente de energía tradicional como el sebo o los aceites (López y Ramírez, 2012 y Viñan, 2019).

La mayoría de aceites usados en alimentación animal son de mala calidad, no cumplen el requerimiento energético y limitan el consumo de alimento, debido a esto el sustrato energético es una alternativa a considerar, evita los problemas mencionados impactando positivamente sobre el rendimiento productivo, mejorando la rentabilidad económica y obteniendo un margen de ganancia que justifique su uso en esta región geográfica, lo cual, beneficia a los productores regionales de huevo de gallina.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situación actual de la producción avícola

La actividad avícola es una de las principales actividades agropecuarias en el Perú y muestra de ello son las más de 452 mil toneladas que se ha producido durante el 2018, tomando datos más recientes en junio del 2019; La Libertad ha participado en el 17.2% de producción de huevos ubicándose en el tercer lugar a nivel nacional superado por Lima (26.2%) e Ica con (41%) (Minagri, 2019); frente a esta creciente demanda y a la expansión del mercado, el productor tiene que innovar y valorar la implementación de tecnología a todo nivel con tal de hacer a la actividad lo más rentable posible (Ruiz, 2019).

De acuerdo a Meleán y otros (2009) la gestión estratégica de costos consiste en las acciones que se toman para garantizar la competitividad de los costos frente a las empresas competidoras y uno de los elementos que es objeto de estudio es el uso eficiente y eficaz de las materias primas, esto lo corroboró Balarezo (2015) indicando que, si no se lleva un eficiente manejo de los recursos, los costos no podrán ser calculados correctamente, manejados y mucho menos reducidos.

Las principales materias primas usadas en avicultura son los granos, los principales commodities son el maíz y los subproductos de la soya como la torta y el aceite los cuales tienen un precio muy volátil en el mercado internacional, entre 2007 y 2008 el precio aumentó un 39% para el maíz y un 44% para la soya (derivando incremento en subproductos), lo que hace que las decisiones estratégicas a tomar pasen por mejorar la eficiencia de aprovechamiento de las materias primas reflejándose en conversiones alimenticias más bajas y un rendimiento productivo neto más alto (Charaja, 2011).

Los aditivos nutricionales se han usado durante décadas en la industria avícola por su comprobada efectividad en mejorar diversos parámetros productivos (García y García, 2015), frente a esta realidad aparecen aditivos como los sustratos energéticos que, sustituyendo a los lípidos de la dieta, pueden suplir las necesidades energéticas de las aves tan igual como el aceite (Viñan, 2019)

2.2. Requerimientos nutricionales de gallinas ponedoras

Los requerimientos nutricionales son brindados por cada casa genética y tienen que ser cumplidos para que el animal pueda expresar todo su potencial genético y al respecto el cuadro 1 y el cuadro 2 detallan los requerimientos de las ponedoras a partir de la semana 40.

Cuadro 1. Requerimientos mínimos recomendados durante la fase de postura 2 (40-50 semanas) para las gallinas hy-line Brown

Nutriente		
Proteína bruta	%	15
Energía metabolizable	Kcal/kg	3100
Calcio	%	4
Fósforo disponible	%	0.4
Sodio	%	0.16
Cloruro	%	0.16
Colina	mg/kg	1182
Ácido linoleico	%	1.82

Fuente: Guía de manejo comercial de ponedoras Hy line Brown (2018)

Cuadro 2. Requerimientos de aminoácidos recomendados durante la fase de postura 2 (40-50 semanas) para las gallinas hy-line Brown

Aminoácido		Total	Digestible
Lisina	%	0.80	0.73
Metionina	%	0.39	0.36
Met + Cis	%	0.75	0.66
Triptófano	%	0.18	0.15
Treonina	%	0.60	0.51
Arginina	%	0.81	0.76
Valina	%	0.71	0.64
Isoleucina	%	0.63	0.58

Fuente: Guía de manejo comercial de ponedoras Hy line Brown (2018)

2.3. Rendimiento productivo de gallinas ponedoras

El rendimiento productivo de las gallinas ponedoras es brindado por cada casa genética y se detalla a continuación en el cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento productivo para las gallinas hy-line Brown durante la fase de postura 2 (40-50 semanas)

Variable productiva		
Consumo de alimento ¹	g	105 - 112
Conversión alimenticia ²	g/g	1870 - 1990
Mortalidad	%	0.7
Porcentaje de postura	%	95-90
Peso promedio de huevo	g	61.1-64.7
Masa de huevo ³	g	3900

¹Consumo de alimento por día. ²Tasa en función a g alimento consumido/g huevo producido. ³Masa de huevo acumulada desde la semana 40 a 50
Fuente: Guía de manejo comercial de ponedoras Hy line Brown (2018)

2.4. Energía en gallinas ponedoras

De acuerdo a Tepox y otros (2012), hay una relación directa entre consumo de alimento y la producción de huevo, exponiendo que el peso del huevo obtiene una mejor respuesta con inclusiones de lípidos de 1.2 a 1.4%, sin embargo, la cantidad de lípidos suministrados no es la única causal de esta mejora, sino también la calidad de éste, siendo las grasas insaturadas (enfaticando niveles de ácido linoleico) las que permitan lograr el rendimiento antes mencionado.

La energía es el combustible del ave expresado en calorías, por tanto, este valor cobra especial importancia y tiene que ser suministrado acorde a la necesidad del animal, la cual, debido a que está almacenada en forma de carbohidratos y lípidos requieren pasar por un proceso metabólico complejo que finalizará con la síntesis de principalmente ATP y en segundo plano las distintas moléculas producto de la fosforilación oxidativa (Linares y otros, 2017).

Sin embargo, las gallinas de postura también pueden obtener energía a partir de los denominados sustratos energéticos que se dividen en: - Lactato producido por el eritrocito y el sistema muscoesquelético -Aminoácidos de proteínas la dieta o los que se degradan durante la inanición -Propionato procedente de la degradación de algunos ácidos grasos y aminoácidos -Glicerol procedente del catabolismo de las grasas y por último -Los sustratos energéticos como el propilenglicol y el propionato (Mathews y otros, 2013 y Linares y otros, 2017).

Los componentes que más participación tienen en una dieta balanceada son las materias primas energéticas por tanto es importante poder conocer cuanta de la energía suministrada va a ser aprovechada por el ave y así estimar la energía neta o productiva (Chaves, 2006).

2.5. Lípidos en la dieta

Al aumentar el potencial productivo de las gallinas de postura la utilización de materias primas que cumplan con los requerimientos que cada línea genética indica se hace necesario, las grasas son una de las principales fuentes energéticas, debido a la gran cantidad de calorías que aporta a comparación de los otros nutrientes y a la disponibilidad en el mercado (Dolz, 1996).

Algunos de los beneficios que aporta el uso de grasas en alimentación no sólo son físicos como la reducción del polvo durante la elaboración del alimento balanceado o el efecto lubricante en la maquinaria empleada sino también mejora aspectos nutricionales como la palatabilidad del pienso y ayuda en la absorción de compuestos liposolubles como algunas vitaminas y pigmentos. Sin embargo, se tienen que tomar en cuenta que también existen ciertos inconvenientes como la inversión en la maquinaria o implementos necesarios para su correcta dosificación, la serie de factores externos que van a afectar sobre la calidad química y nutricional del aceite siendo este un producto muy sensible a los diferentes procesos a los que es sometido durante la elaboración y posterior distribución (Dolz, 1996).

La principal causa de deterioro de grasas y aceites es la rancidez oxidativa, aceites rancios generan olores y sabores indeseables, deprecia el producto y disminuye su valor nutricional, también se tiene que tener en cuenta que un aceite de este tipo consume antioxidantes presentes en las dietas como Vitamina E y Selenio lo cual disminuye su biodisponibilidad para ser asimilado por el animal (Barrera, 1998 y Dolz, 1996).

2.6. Aceites en dietas de animales

2.6.1. Aceite de soya:

El aceite de soya es el principal insumo usado como fuente lipídica en las dietas de aves (Charaja, 2011). Sin embargo, este aceite se oxida fácilmente debido a que contiene una cantidad alta de ácidos grasos insaturados. Los cuales reaccionan con oxígeno generando aldehídos, alcoholes y cetonas responsables de los malos olores y sabores extraños del aceite. Esta reacción es favorecida por altas temperaturas, incidencia de luz y presencia de metales (De Oliveira, 2005).

Al respecto Masson (1994), indica que un aceite crudo contiene niveles de 2 – 30 meq/kg; lo cual es bastante elevado a comparación del aceite refinado usado para consumo humano el cual normalmente al finalizar el proceso tiene como máximo 0.5 meq/kg y aún después de almacenado por largos periodos de tiempo llega como máximo a 2.5 meq/kg (De Oliveira, 2005).

2.6.2. Valor nutricional del aceite de soya:

De acuerdo a lo señalado por Rostagno (2017), se detalla en el cuadro 4 los valores nutricionales del aceite de soya.

Cuadro 4. Valores nutricionales del aceite de soya.

Nutriente		
Materia Seca	%	99.6
Extracto Etéreo	%	99.6
Ácido Linoleico	%	52.6
Ácido Linolénico	%	6.94
Energía Bruta	%	9333
Energía Metabolizable Aves	%	8790
Energía Neta Aves	mg/kg	7911
Ácido linoleico	%	1.82

Fuente: Tablas brasileñas para aves y cerdos. Rostagno (2017)

2.7. Ciclo de Krebs

También llamada el ciclo del ácido cítrico, es la ruta oxidativa central de la respiración mediante la cual se catabolizan todos los combustibles metabólicos (carbohidratos, lípidos y proteínas) cuya finalidad es la generación de energía la cual logran a través de reacciones metabólicas de oxidación finalizando con la generación de CO₂ y H₂O (Mathews y otros, 2013).

Tal cual esquematiza la Figura 1 todo el ciclo inicia con la generación del acetil-CoA y su unión con el oxalacetato formará citrato el cual sufre una serie de 7 reacciones que finalmente producirán CO₂ y oxalacetato el que ingresará nuevamente al ciclo y será nuevamente utilizado. Durante el ciclo se generan transportadores electrónicos reducidos fundamentalmente NADH que luego son reoxidados dentro de la mitocondria aportando la energía para la síntesis de ATP (Mathews y otros, 2013).

Se debe tener en consideración que el Acetil-coA se genera por diferentes rutas de acuerdo a su origen; en los carbohidratos el piruvato producido por la glucólisis es oxidado y forma el Acetil-coA; en cambio en los lípidos generan Acetil-coA cuando los ácidos grasos son oxidados luego de varias reacciones cíclicas, empezando con moléculas con una cantidad de 16 o 18 átomos hasta terminar en fragmentos de 2 carbonos (Mathews y otros, 2013).

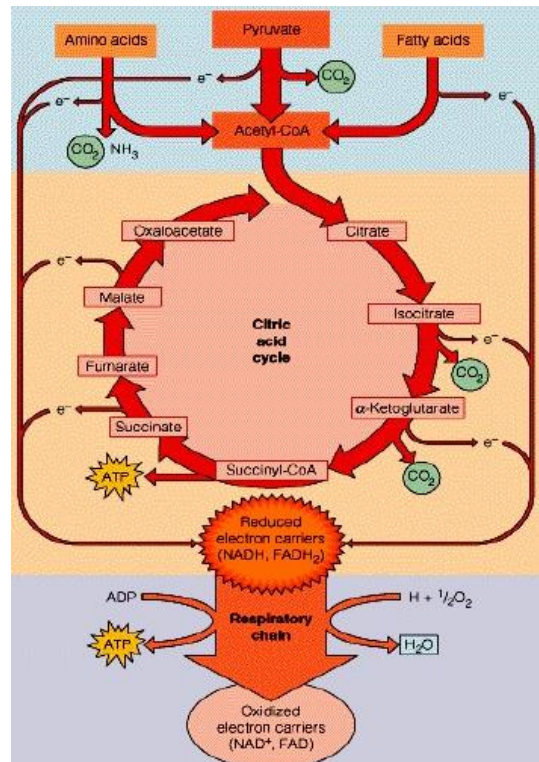


Figura 1: Esquematización completa de las tres etapas de la respiración celular.

Fuente: Mathews y otros (2013)

2.8. Gluconeogénesis vía lípidos

De acuerdo a Mathews y otros (2013), los lípidos son malos precursores energéticos, debido a que el catabolismo de los triglicéridos (principales constituyentes de la grasa) originan ácidos grasos y glicerol. Los primeros sufren β -oxidación para producir acetil-CoA la cual no puede ser convertida netamente en energía, sino que necesita oxalacetato para poder incorporarse al ciclo de Krebs.

La β -oxidación es alta en condiciones de ayuno y baja luego de haber ingerido alimentos, mediado por la expresión de los receptores activados por proliferadores peroxisómicos (PPAR α), estos receptores se activan a través de varios metabolitos y enzimas entre las cuales destacan: -ácidos grasos de cadena larga, -fosfatidilcolinas, -enzima ácidos graso sintasa (FAS) (Liangyou, 2014).

En condiciones de déficit de oxalacetato (ingesta deficiente de carbohidratos) este acetil-CoA es usado para producir cuerpos cetónicos que bajo ciertas condiciones pueden ser usados en bajas concentraciones para producir energía a órganos clave como el corazón y el cerebro (Figura 2). Aproximadamente el 95% de la energía generada por la oxidación de la grasa viene de los ácidos grasos y un 5% procede del glicerol (Mathews y otros, 2013).

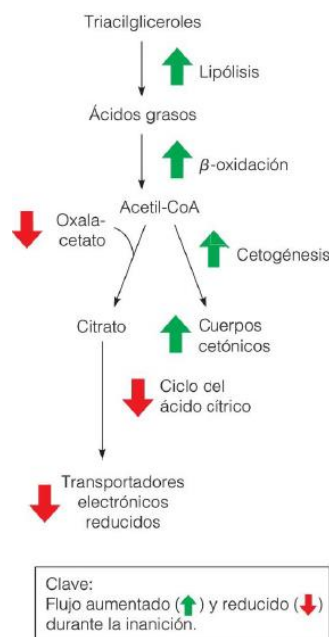


Figura 2: Adaptación metabólica para hacer frente a requerimiento de energía en condiciones de inanición.

Fuente Mathews y otros (2013)

2.9. Sustratos Energéticos

La gluconeogénesis es estimulada a través de distintos mecanismos entre los cuales destacan diversas enzimas y genes que provocan la producción de glucosa influenciada por la disponibilidad de los sustratos energéticos (Liangyou, 2014).

Dentro de los llamados sustratos energéticos se pueden enmarcar dos productos usados en distintas producciones agropecuarias el propilenglicol y el propionato de calcio, ambos intervienen en la gluconeogénesis formando sustratos necesarios para que se lleven a cabo reacciones en el ciclo de Krebs (Castillo y otros, 2018).

De acuerdo a Meneses (2018), el sustrato energético aporta aproximadamente 77,500 Kcal de energía metabolizable por kilogramo. En la Figura 3 se observa cómo los metabolitos producidos por los sustratos energéticos son utilizados en el ciclo de Krebs.

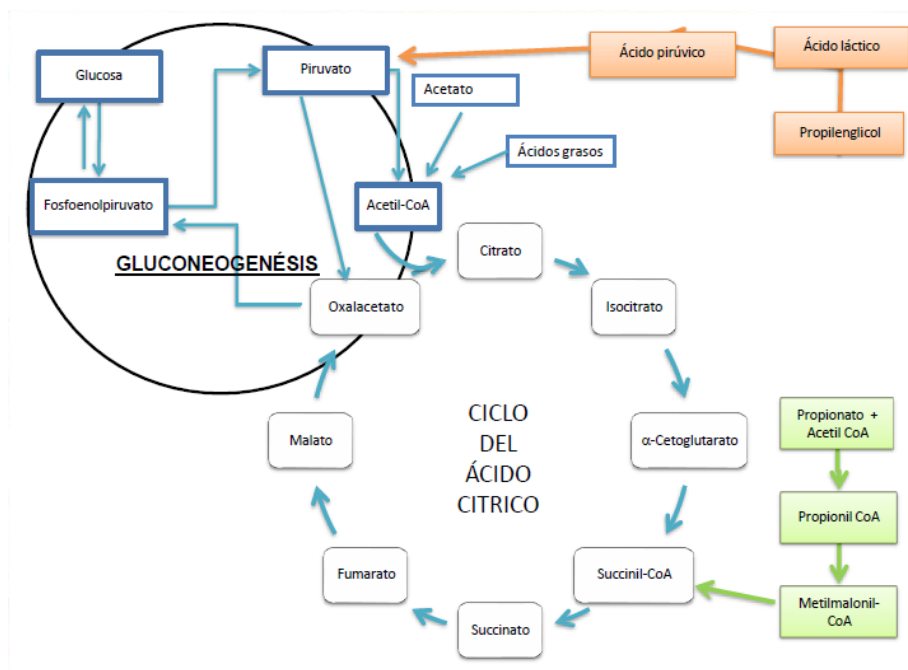


Figura 3: Rutas metabólicas sobre las que ejercen su efecto los sustratos energéticos en el ciclo de Krebs.

Fuente: Linares y otros (2017)

2.9.1. Propilenglicol

El propilenglicol (1,2-propanediol) es un compuesto sintético inodoro, soluble en agua, con un leve sabor agridulce, el cual viene siendo usado por años en las industrias alimentaria, cosmética y farmacológica debido a su baja toxicidad y a sus propiedades; toda la producción comercial se realiza vía hidrólisis del óxido de propileno (C_3H_6O) (Forkner y otros, 2004).

En un inicio el propilenglicol sólo era usado como diluyente de diversos fármacos, los primeros reportes de su uso demostraban que este estimulaba la gluconeogénesis, metabolizándose en ácido pirúvico el cual tenía una actividad similar a un carbohidrato (Wittman y Bawin, 1974).

Wauldrup y Bowen (1968), demostraron que se podían formular dietas para broilers con un máximo de 5 % de propilenglicol ya que a cantidades más elevadas los parámetros productivos eran menores, se presentaban deformidades en los miembros inferiores y ocasionaba diarrea en el ave.

Emery y otros (1967), reportan a detalle el metabolismo hepático del propilenglicol; primero, enzimas alcohol deshidrogenasas oxidan el propenediol a lactoaldehído, luego este compuesto es transformado en piruvato a través de la enzima lactato deshidrogenasa, posteriormente el piruvato es carboxilado y transformado en oxalacetato. El cual finalmente será incorporado en el ciclo de Kreebs para producir glucosa. (Mendoza y otros, 2012)

2.9.2. Propionato de calcio

El propionato de calcio es una sal formada luego de la reacción del carbonato de calcio con el ácido propiónico; este aditivo es usado como antifúngico en granos y en dietas de animales, sin embargo, se reportó que es transformado en glucosa. (Vieira y Moran, 1999).

El propionato es metabolizado en succinil CoA, a través de una serie de reacciones metabólicas; (Fig:3) en un principio en el hígado el propionato es transformado en propionil gracias a la propionil CoA caboxilasa, luego se convierte en metilmalonil CoA y finalmente termina izomerizandose en succinil CoA, para llevar a cabo esta última transformación es necesaria la vitamina B12 que actúa como coenzima permitiendo la reacción mencionada (Frenkel y otros, 1974; Eggerer y otros, 1960)

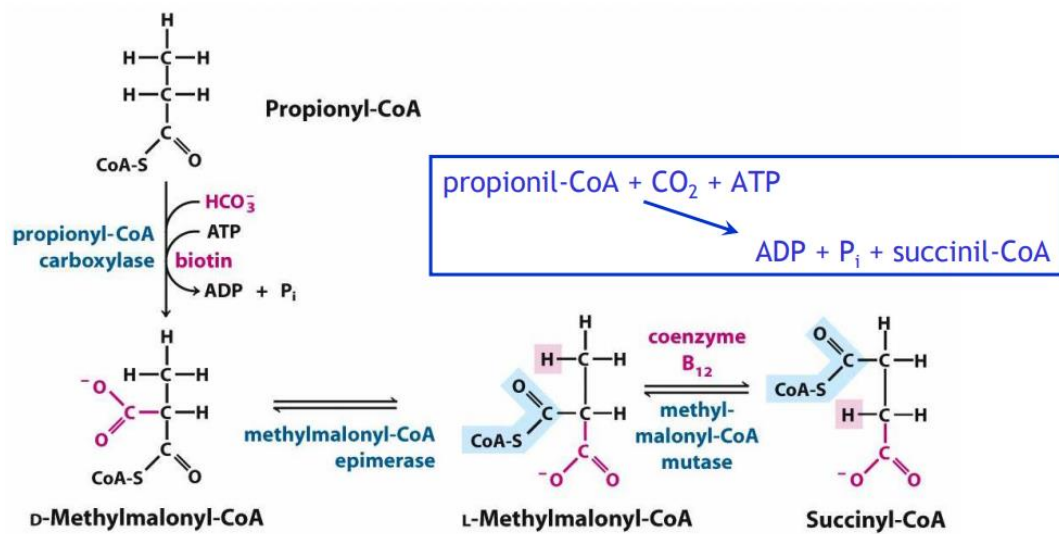


Figura 4: Metabolismo del propionato de calcio en monogástricos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de investigación

La fase experimental, se realizó en un galpón de gallinas ponedoras en la agropecuaria AVIPORC S.A.C (coordenadas 8°03'23.0" de latitud sur y 79°05'57.2" de longitud oeste) ubicado en el distrito de Huanchaco, en la provincia de Trujillo, departamento de la Libertad, con una temperatura promedio de 23°C.

3.2. Instalaciones

Se utilizaron las baterías de galpones de postura de la agropecuaria AVIPORC S.A.C, 24 jaulas por tratamiento, las cuales contienen comederos en canaleta y bebederos tipo niples.

3.3. Animales de estudio

Se utilizaron 672 gallinas de la línea Hy line Brown de 40 semanas de edad. Las mismas que fueron tratadas y distribuidas en las jaulas según los tratamientos designados.

3.4. Alimentación

Las aves recibieron las dietas según los tratamientos, las mismas que fueron formuladas para atender requerimientos de nutrientes de las gallinas en fase 2 de producción de huevo; siguiendo las recomendaciones de la Guía de manejo de la línea HY LINE Brown para 40 semanas. Las que son mostradas en el cuadro 5. El alimento será formulado en base a 115 g/ave/día.

Cuadro 5. Composición porcentual y nutricional de la dieta para para las gallinas hy-line Brown durante la fase de postura 2 (40-50 semanas)

Ingredientes (%) ¹	Tratamientos ²				
	DB	SG1	SG2	SG3	
Maíz	61.82	64.40	64.28	64.9	
Torta de soya	22.00	21.68	21.70	21.71	
Polvillo de arroz	2.00	2.00	2.00	2.00	
Aceite de Soya	3.00	0.64	0.64	0.00	
Sal	0.26	0.26	0.26	0.26	
Fosfato bicalcico	0.70	0.70	0.70	0.70	
Carbonato de calcio	9.40	9.40	9.40	9.40	
DL –Metionina	0.22	0.22	0.22	0.22	
Lisina-HCl	0.04	0.04	0.04	0.04	
Cloruro de Colina	0.10	0.10	0.10	0.10	
Bicarbonato de sodio	0.17	0.17	0.17	0.15	
Secuestrante de micotoxinas	0.15	0.15	0.15	0.15	
Premix Vitamina/Mineral	0.10	0.10	0.10	0.02	
Fitasa	0.01	0.01	0.01	0.01	
Promotor de crecimiento	0.03	0.03	0.03	0.04	
Sustrato Energético	0.00	0.10	0.20	0.30	
Valor nutricional ³					
Energía Metab	(kcal/kg)	3100	3100	3100	3100
Proteína Cruda	%	15.5	15.5	15.5	15.5
Lisina	%	0.80	0.80	0.80	0.80
Lisina digestible	%	0.73	0.73	0.73	0.73
Metionina digestible	%	0.44	0.44	0.44	0.44
Met + Cis digestible	%	0.66	0.66	0.66	0.66
Treonina digestible	%	0.53	0.53	0.53	0.53
Calcio	%	4.00	4.00	4.00	4.0
Fósforo disponible	%	0.40	0.40	0.40	0.40

¹. Composición de nutrientes según guía de manejo comercial Hy line Brown

². DB: Dieta base

SG1: Dieta base con adición de 0.1% de sustrato energético

SG2: Dieta base con adición de 0.2% de sustrato energético

SG3: Dieta base con adición de 0.3% de sustrato energético

³. Valor nutricional basado en la guía de manejo comercial Hy line Brown

3.5. Manejo de las aves

El manejo rutinario comprendió: agua (administración y regulación); alimento (distribución y administración por la mañana y tarde; así como el movimiento para estimulación); manejo de aves muertas y plagas (moscas, roedores).

3.6. Variable independiente

Uso de sustrato energético, constituido por una combinación de propilenglicol (3.3%) y propionato de calcio o sodio (6.9%), con un aporte calórico estimado de 77 500 kcal de energía metabolizable por kg, activan y estimulan vías metabólicas para producir energía y metabolitos optimizando la utilización de los nutrientes.

3.7. Tratamientos

Los tratamientos consistirán en la adición creciente de sustrato energético (DBSG) en una dieta base.

DB: Dieta base con uso de aceite vegetal.

SG1: Dieta base con adición de 0.1% de sustrato energético.

SG2: Dieta base con adición de 0.2% de sustrato energético.

SG3: Dieta base con adición de 0.3% de sustrato energético.

El sustrato energético utilizado es adquirido de la empresa distribuidora Gruposolagro y cuyo nombre comercial es Lipofeed®, el cual tiene como composición principal el propanodiol (propilenglicol) y propionato de calcio.

3.8. Variables dependientes

- Consumo de alimento (g)
- Conversión alimenticia (g/g) (en base a g de huevo producidos)
- Mortalidad (%)
- Porcentaje de postura (%)
- Peso promedio de huevo (g)
- Masa de huevo (g)
- Análisis económico (nuevos soles (S/.))

El análisis económico se realizó al final del periodo experimental y consistió en estimar el beneficio neto por cada kg de huevo producido, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$BN = PY - CV - CF$$

Dónde: BN = Beneficio neto en S/ por kg de huevo
P = Precio del kg de huevo
Y = Cantidad de producto
CV = Costo variable por kg de huevo
CF = Costo fijo por kg de huevo

3.9. Análisis estadístico

Los animales fueron distribuidos a través del diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 6 repeticiones. Cada unidad experimental está formada por 28 gallinas (4 jaulas de 7 aves por jaula) formando un total de 672 animales.

Siendo el modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = u + T_i + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Respuesta de la variable

u = Promedio general

T_i = Efecto del reemplazo parcial de aceite por sustratos energéticos

e_{ijk} = Error experimental.

Las variables evaluadas serán analizadas a través del análisis de varianza de la regresión.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación del comportamiento productivo

Los resultados de los parámetros productivos de porcentaje de postura, conversión alimenticia, masa de y peso promedio de huevo mostraron diferencias significativas ($P < 0.0001$) entre los distintos niveles de adición de sustrato energético (0.1, 0.2 y 0.3%) con respecto a la dieta base. Se detallan en el Cuadro 6 los resultados de los promedios obtenidos durante el periodo de evaluación. Con respecto a las variables de consumo alimenticio y la de mortalidad fueron iguales entre tratamiento con 115 g diario consumidos y con una mortalidad de 0%.

Cuadro 6. Promedios de porcentaje de postura, conversión alimenticia, masa de huevo y peso de huevos

Niveles de sustrato energético (%)	Postura (%)	Conversión Alimenticia (g/g)	Masa de Huevo (g)	Peso de huevos (g)
0.0%	89.88	2.13	54.28	60.40
0.1%	91.63	2.07	55.78	60.89
0.2%	93.64	2.01	57.37	61.26
0.3%	90.08	2.08	55.59	61.71
Valor de $P < 0.0001$ ¹	< 0.0001 P	< 0.0001 P	< 0.0001 P	< 0.0001 L
SEM ²	0.6514	0.0174	0.4619	0.2452

¹Valor de P y análisis estadístico; L: comportamiento lineal, P: comportamiento polinomial

²SEM Error Estándar Promedio

Los resultados evaluados semanalmente del efecto de la adición de sustrato energético sobre los parámetros evaluados indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos siendo el tratamiento SG2 el que tiene mejores resultados productivos en los parámetros de porcentaje de postura, conversión alimenticia y masa de huevo. El huevo de mayor gramaje fue del tratamiento SG3.

En la Figura 5 se observa que la evaluación promedio semanal de la producción de huevo, indica diferencias entre tratamientos, siendo la dieta con 0.2% de sustrato energético la que alcanza los picos más altos productivos (97.45% en la semana 3) y la que se mantiene en lo más alto al finalizar la investigación (92.62%). En la Figura 6 se observa que el porcentaje de postura de huevos presentó un comportamiento polinomial cuadrático; respuesta que fue influenciada en un 81.36% debido al nivel de adición de sustrato energético,

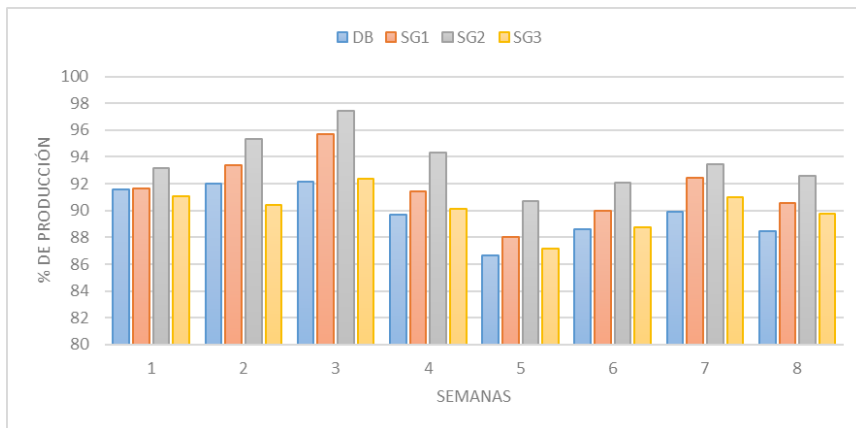


Figura 5. Porcentaje de producción (%), en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.

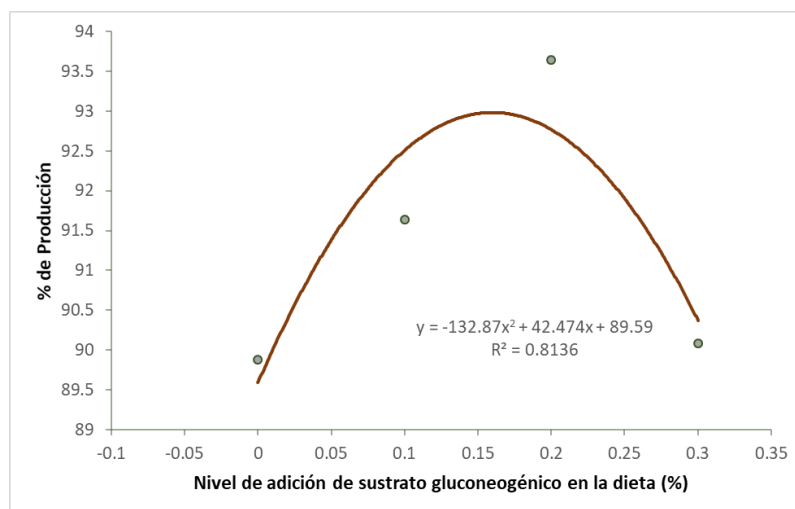


Figura 6. Comportamiento del porcentaje de postura en función de la adición del sustrato energético en la dieta.

La conversión alimenticia evaluada semanalmente, indica diferencia en función a los distintos niveles de uso de sustrato energético, en la Figura 7 se observa que al promediar los resultados se determina que con 0.2% de adición se obtuvo una mejor conversión alimenticia (2.01) a comparación de las dietas 0.1% y 0.3% de adición (2.07 y 2.08 respectivamente) y la dietas de 0.0% de adición (2.13). En la Figura 8 se observa que la conversión alimenticia presentó un comportamiento polinomial cuadrático; respuesta que fue influenciada en un 90% debido al nivel de adición de sustrato energético.

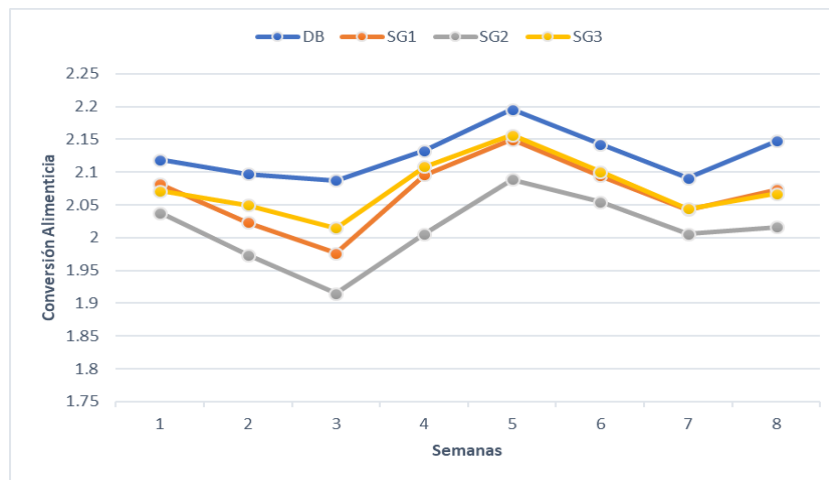


Figura 7. Conversión alimenticia de las gallinas de postura, en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.

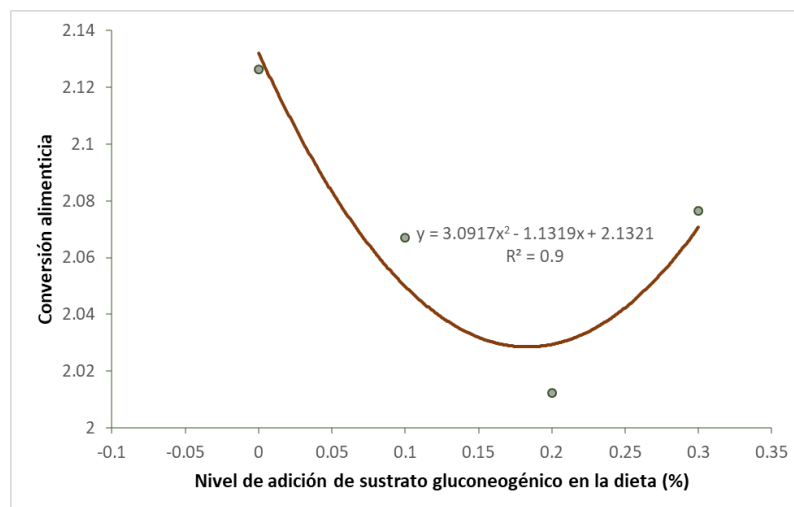


Figura 8. Comportamiento de la conversión alimenticia en función de la adición del sustrato energético en la dieta.

Durante las ocho semanas de experimento la masa de huevos presento variación significativa ($p > 0.001$) entre tratamientos. En la Figura 9 se observa que al evaluar promedios la dieta con 0.2% de adición reportó una mayor masa de huevo (57.37 g) sobre las dietas con 0.1 y 0.3% de adición (55.78 y 55.59 g respectivamente); y la dieta de 0.0% de adición (54.28 g). En la Figura 10 se observa que la masa de huevo presentó un comportamiento polinomial cuadrático; respuesta que fue influenciada en un 87.68% debido al nivel de adición de sustrato energético.

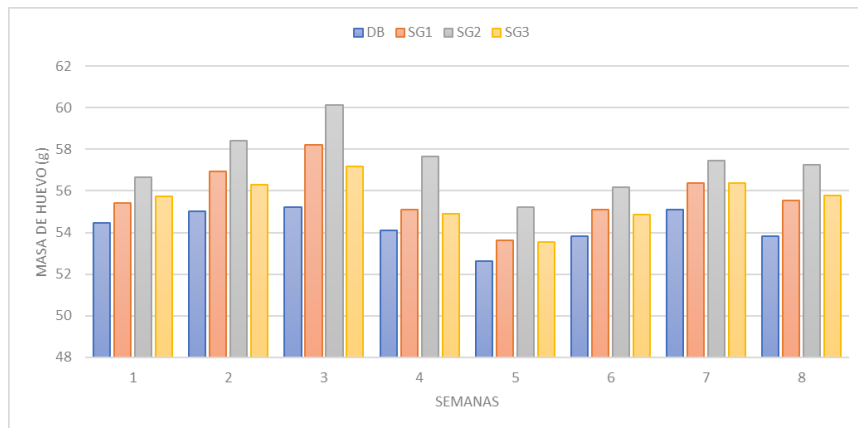


Figura 9. Masa de huevo (g) de las gallinas de postura, en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.

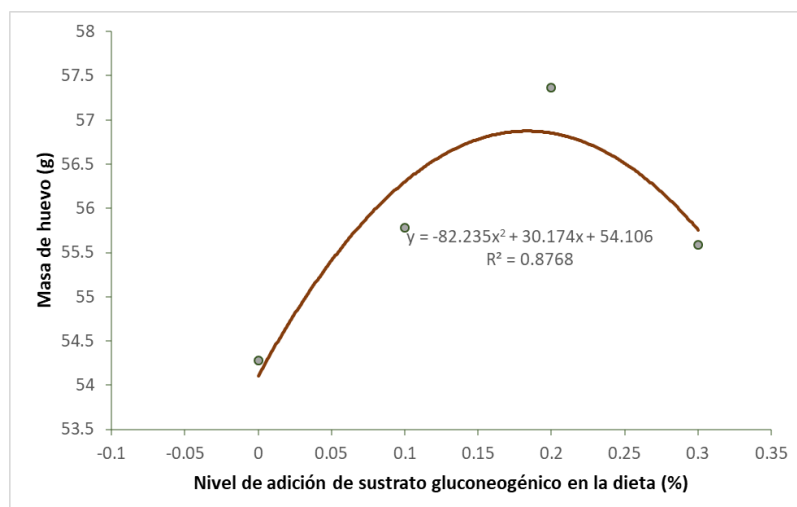


Figura 10. Comportamiento de la masa de huevo (g) en función de la adición del sustrato energético en la dieta.

En la Figura 11 se observa que para la variable de peso de huevo la dieta con 0.3% de adición de sustrato energético fue la que reportó un mayor gramaje por huevo a lo largo del experimento, al comparar los promedios se obtuvo que con una adición de 0.3% se obtuvo un gramaje de 61.49 g mostrando diferencia significativa ($p > 0.001$); respecto a las dietas con 0.0, 0.1 y 0.2% de adición con 60.78, 60.88 y 61.1 g respectivamente. En la figura 12 se observa que, a diferencia de las demás variables evaluadas, el comportamiento del peso de huevo fue lineal, influenciado en un 99.75% debido al nivel de adición de sustrato energético.

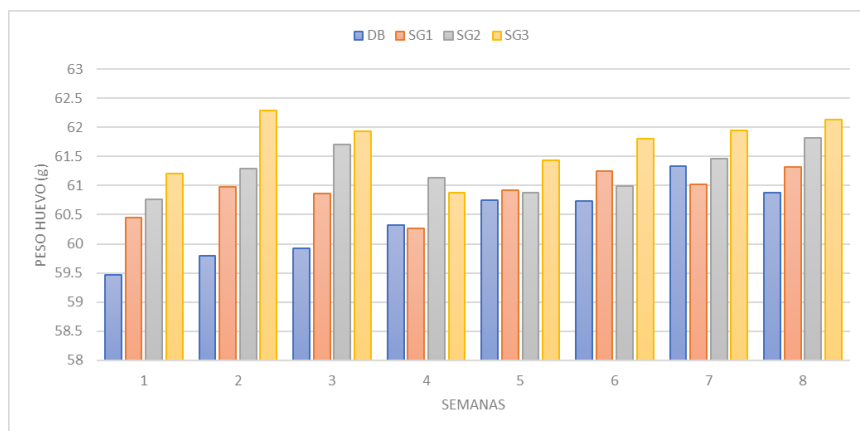


Figura 11. Peso de huevo (g) de las gallinas de postura, en función a los diferentes niveles de inclusión de sustrato energético durante las ocho semanas del experimento.

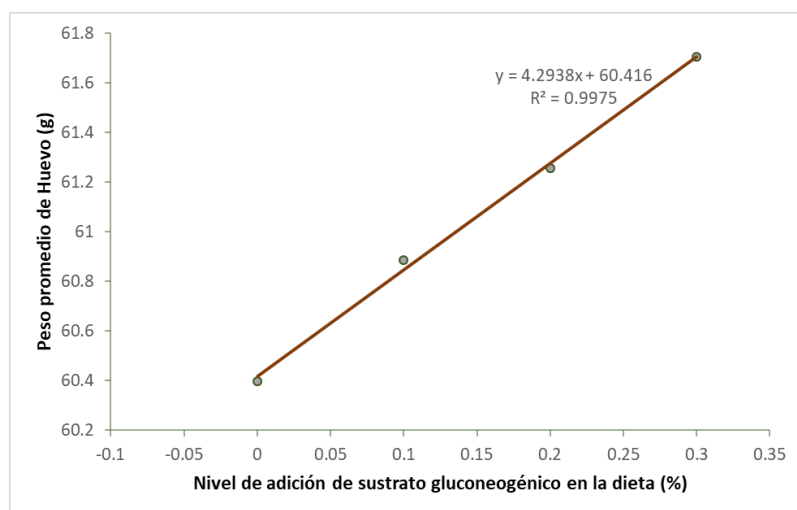


Figura 12. Comportamiento del peso promedio de huevo en función de la adición del sustrato energético en la dieta.

4.2. Análisis Económico

Los resultados del análisis económico se observan en el cuadro 7, demostrando que el tratamiento SG2 obtienen el mejor beneficio neto y rentabilidad.

Cuadro 7. Beneficio neto y rentabilidad económica

	Tratamientos			
	DB	SG1	SG2	SG3
Costo por Tratamiento				
Alimento consumido (kg)	1081.92	1081.92	1081.92	1081.92
Costo de alimentación (S/.)	1419.54	1394.16	1368.78	1343.40
Otros gastos (S/.)	142.00	142.00	142.00	142.00
Costo total (S/.)	1561.54	1536.16	1510.78	1485.40
Ingresos por Tratamiento				
Huevo producido por gallina kg	459.68	481.85	506.16	471.77
Precio de venta del kg de huevo	3.5	3.5	3.5	3.5
Beneficio Bruto (S/.)	1608.87	1686.47	1771.54	1651.18
Beneficio Neto (S/.)	47.32	150.31	260.76	165.78
Ingreso por gallina (S/.)	0.28	0.89	1.55	0.99
Rentabilidad (%)	3.03	9.78	17.26	11.16

V. DISCUSIÓN

Durante toda la fase experimental, se observó que los resultados promedios de las variables productivas analizadas mostraron diferencias significativas ($p > 0.0001$), lo que indica que el uso de este aditivo nutricional en reemplazo de aceites de origen vegetal en la dieta ayuda a mejorar conversión alimenticia, aumentar la producción de huevos, aumentar el tamaño de estos mantener la curva productiva en lo más alto por más tiempo, y por ende aumentar la masa de huevo producida.

El porcentaje de postura y la masa de huevo fueron mayores usando dietas con sustrato energético; los más alto valores se obtuvieron al usar 0.2% de este aditivo (93.64% y 57.37g) frente al menor resultado productivo al no usar sustrato (89.88% y 54.28). Al respecto, Lazzaroni y Ocampo (2016) experimentaron con gallinas Hy line reportando resultados similares indicando que gallinas con dietas con sustrato energético alcanzaron mayores promedios de postura (86.9%) que gallinas con dietas sin este sustrato (84.6%). En este caso la diferencia se atribuye a la calidad del aceite ya que es el único elemento en la dieta que se reemplazó, al ser de mala calidad, no cumple con los valores con los que se formuló aportando un menor contenido nutricional al esperado. Lo que va acorde a lo concluido por Medeles y otros (2015) quienes experimentaron reemplazando en su totalidad el aceite de soya por sustrato energético en dietas isocalóricas en cerdos y señalan que el aceite de soya es el causante directo de una baja productividad por ser de baja calidad y el menor aporte energético a lo esperado.

La variable de conversión alimenticia fue mayor al usar sustrato energético en la dieta que al no usar; la menor conversión se obtuvo al usar 0.2% del aditivo (2.01), este resultado difiere del reportado por Linares y otros (2017) quienes no reportan diferencias estadística ($p > 0.05$) al usar o no usar sustrato energético, sin embargo, también cabe indicar que las dietas

fueron formuladas para aves de otra línea genética y con más del doble de edad a las usadas en este experimento (94 semanas) en los cuales el rendimiento productivo es mucho menos exigente.

El mayor resultado obtenido para el peso de huevo fue usando un 0.3% de sustrato energético (61.71g), lo que difiere de los resultados obtenidos por Lazzaroni y Ocampo (2016) los cuales no encuentran diferencia estadística ($p>0.05$) para esta variable, de nuevo se concluye que el aceite no cumplió con el requerimiento nutricional de las aves.

VI. CONCLUSIONES

- El uso del sustrato energético mejora los parámetros productivos en aves de postura.
- Las variables de conversión alimenticia, porcentaje de producción, masa de huevo fueron mejores usando un 0.2% de sustrato energético en la dieta.
- La mayor rentabilidad económica se obtuvo usando un 0.2% de sustrato energético en la dieta.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de valor nutricional específico de las fuentes de energía a utilizar en la formulación de alimento balanceado.
- Realizar una investigación acerca del efecto del uso del sustrato energético sobre la calidad de huevo.
- Realizar una investigación sobre el impacto del uso del sustrato energético en la gallina previo saque al mercado.
- Realizar investigaciones sobre el uso del sustrato energético en especies de importancia zootécnica.
- Realizar una evaluación del impacto en el hígado el cual es el órgano blanco del sustrato energético.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. BALAREZO, I. 2015. Propuesta de implementación de un sistema de costos por procesos y su incidencia en la gestión de la Empresa Avícola Tecnología e Inversiones Agropecuarias SRL. Tesis contador público. Trujillo, Perú. Universidad nacional de Trujillo. 188 p.
2. BARRERA, D. 1998. Estabilidad y utilización de nitrógeno en aceites y grasas. Grasas y aceites, España. 49(1):55-63.
3. CASTILLO, A., FUENTE, B., JINEZ, T., MEDELES, R., HERRERA, H., ÁVILA E. 2018. Evaluación de diferentes fuentes gluconeogénicas en sustitución del aceite vegetal en dietas para gallinas Bovans White. [En línea]:Engormix, (<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/evaluacion-diferentes-fuentes-gluconeogenicas-t41921.htm>, artículos técnicos, 06 Oct. 2019).
4. CHARAJA, M. 2011. Factores determinantes en el comportamiento del mercado de la carne de pollo en Perú (2000-2008). Tesis doctorado en economía y gestión. Puno, Perú. Universidad nacional del Altiplano. 218
5. CHAVES, D. 2006. Valoración energética del maíz en dietas de aves. [En línea]: Amevea Ecuador, (http://amevea-ecuador.org/web_antigua/datos/Valoracion%20Energetica%20Maiz%20en%20Dietas%20de%20Aves.pdf, 06 Oct. 2019).
6. DE OLIVEIRA, M., ARRUDA, C., OGLIARI, P., MEINERT, E., TEIXEIRA, E., ARELLANO, D., BLOCK, J. 2005. Efecto de la adición del absorbedor UV (Tinuvín 234) sobre la calidad del aceite de soja en envases de polietileno tereftalato (PET). Grasas y aceites, España. 56(4):245-253

7. DOLZ, S., HENS-CARGILL, P. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos. En: XII Curso de Especialización FEDNA (1996, Madrid, España). Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. p. 23-38
8. EMERY, R., BROWN, R., BLACK, L. 1967. Metabolism of DL-1, 2-propanediol-2-14C in a lactating cow. The journal of nutrition, Estados Unidos. 92(3):348-356.
9. FERNANDES, J., FREITAG, A., ROCHADELLI, R., BURIN, A., CORDEIRO, C. 2002. Residuo gorduroso da indústria de óleos vegetais em substituição ao óleo de soja em raças para frangos de corte. Archives of veterinary Science, Brasil. 7(2):135-141.
10. FORKNER, M., ROBSON, J., SNELLINGS, W., MARTIN, A., MURPHY, F., PARSONS, T. (2004). Glycols. Kirk-Othmer encyclopaedia of chemical technology; Estados Unidos 7(2):763
11. GARCÍA, Y., GARCÍA, Y. 2015. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el instituto de ciencia animal. Revista cubana de ciencia agrícola, Cuba. 49(2):173-177
12. HY LINE. 2018. Guía de manejo de ponedoras comerciales Hy-line Brown. [En línea]: (https://www.hyline.com/userdocs/pages/BRN_COM_SPN.pdf)
13. Gobierno del Perú, Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. [En línea]: Minagri, (<https://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-estadistico-mensual-de-la-produccion-y-comercializacion-avicola/sector-avicola-2019?download=15629:sector-avicola-junio-2019>, boletines, 06 Oct. 2019).

14. Gobierno del Perú, Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. [En línea]: Minagri, (<https://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-estadistico-mensual-de-la-produccion-y-comercializacion-avicola/sector-avicola-2018?download=14541:sector-avicola-diciembre-2018>, boletines, 06 Oct. 2019)
15. LAZZARONI, F., OCAMPO, J. 2016. Evaluación de cuatro programas alimenticios en las líneas genéticas Hy-Line W36® y Dekalb White® de la semana 40 a la 44. Tesis Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. Escuela agrícola panamericana. 15 p.
16. LIANGYOU RUI. 2014. Energy metabolism in the liver. *Comprehensive physiology*. Estados Unidos. 4(1):177–197
17. LINARES, I., FUENTE, B., POSADAS, E., HERRERA, H., MEDELEZ, R., ÁVILA, E. Adición de una mezcla de sustratos energéticos como fuente energética en dietas para gallinas de segundo ciclo. En: X Congreso aviespecialistas de México, (2017, Querétaro, México). p. 77-84
18. LINARES, I., FUENTE, B., POSADAS, E., HERRERA, H., MEDELEZ, R., ÁVILA, E. 2017 Respuesta productiva de la gallina de postura a la adición de una mezcla de propilenglicol y de propionato de calcio como fuente energética en la dieta. [En línea]: (http://www.prepec.com.mx/storage/testimonios_recursos/27.pdf)
19. LÓPEZ, E., RAMÍREZ, J. 2012. Producción de pollos de engorde con la adición de Lipofeed® como sustituto energético en la dieta. Tesis Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. Escuela agrícola panamericana. P. 10
20. MASSON, L. 1994. Criterio de calidad para materias grasas utilizadas frecuentemente en la nutrición animal y de peces. [En línea]:

(https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32810316/ACEITES_ESENCIALES_NUTRICION.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCONTROL_DE_CALIDAD_DE_INSUMOS_Y_DIETAS_A.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191028%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191028T133400Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=fb734e08e0ff0aeaf97eefa33744b76abd6cdd91557cb82f2521c2a115048bb8)

21. MATHEWS, C., VAN, K., APPLING, D., ANTHONY-CAHILL, S. 2013. Bioquímica; Metabolismo de los hidratos de carbono: glucólisis, gluconeogénesis, metabolismo del glucógeno y ruta de las pentosas fosfato. Editado por Miguel Martín, 4 ed. Madrid, España, Pearson educación S.A. p. 518-590.
22. MEDELES, R., AYALA, J., HERRERA, H. 2015. Comportamiento productivo de cerdos en iniciación – finalización sustituyendo el 100% de aceite vegetal por Lipofeed en la ración. [En línea]: (<https://www.porcicultura.com/destacado/Comportamien>)
23. MELEÁN, R., MORENO, R., RODRÍGUEZ, G. 2009. Gestión estratégica de costos en la industria avícola Zuliana. Revista Negotium, Venezuela. 5(13):37-60
24. MENESES, Y. 2018. Inclusión de Lipofeed® como fuente energética en dieta de cerdos de engorde. Tesis ingeniero agrónomo. Zamorano, Honduras. Escuela agrícola panamericana. 14 p.
25. ROSTAGNO, H., TEIXEIRA, L., HANNAS, M., DONZELE, J., SAKOMURA, N., PERAZZO, F., SARAIVA, A., TEIXEIRA, M., RODRIGUES, P., DE OLIVEIRA, R., DE TOLEDO, S., DE OLIVEIRA, C.

2017. Tablas brasileñas para aves y cerdos; Composición y valor nutritivo de los alimentos. Traducido por Sandra Salguero, 4 ed. Minas Gerais, Brasil. p. 47
26. RUIZ, B. 2019. Perú: avicultura sólida y altísimo consumo de pollo. Industria avícola, Perú. 66(9):4-9.
27. TEPOX, M., FUENTE, B., JÍNEZ, T., ÁVILA, E. 2012. Diferentes niveles de energía metabolizable y aminoácidos azufrados en dietas para gallinas Bovans blancas. Revista mexicana de ciencias pecuarias, México. 3(4):439-448
28. VIÑAN, J. 2019. Evaluación técnica-económica del reemplazo de maíz por trigo como fuente alternativa de energía en dietas de ponedoras comerciales. Tesis maestría en economía y administración agrícola. Riobamba, Ecuador. Escuela superior politécnica de Chimborazo. 65 p.