

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA



EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFORMATO DE POTASIO
EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE COMO
PROMOTOR DE CRECIMIENTO

LESLIE CELESTE SAGASTUME JACOBS

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA



**EFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFORMATO DE POTASIO EN
DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE COMO PROMOTOR DE
CRECIMIENTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

LESLIE CELESTE SAGASTUME JACOBS

Al conferírsele el título profesional de

ZOOTECNISTA

En el Grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO	Dr. Hugo Rene Pérez Noriega
VOCAL I	MSc. Juan José Prem González
VOCAL II	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV	Br. Brenda Lissette Chávez López
VOCAL V	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

LIC. ZOOT. MIGUEL ÁNGEL RODENAS ARGUETA
DR. HUGO RENÉ PÉREZ NORIEGA
M.A. CONSUELO BEATRIZ SANTIZO CIFUENTES

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFORMATO DE POTASIO EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO

Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de:

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por darme vida, su bondad, amor, y misericordia.
- A MIS PADRES:** Julio Cesar Sagastume y Candida Cecilia Jacobs de Sagastume†, por su ejemplo, su incondicional amor y su tan especial cuidado al día de hoy.
- A MI ESPOSO:** Fernando, por ser mi mejor amigo, apoyarme, darme amor y felicidad día con día.
- A MIS HIJAS:** Melanie, Allison†, Dana y Natalia, por llenar mi corazón de amor, ternura y mayormente Alegría.
- A MIS HERMANOS:** Julio, Allan, Jasmin y Ceci, por su incondicional amor y el apoyo en todo momento.
- A MIS TÍAS Y PRIMA:** Betty, Karla y Brenda, por su cariño y gran apoyo a lo largo de mi vida.
- A MIS AMIGOS:** Clelia, Melissa, Jackelyn, Alejandra†, Kurt, Edna† y Cony, por su amistad y el tiempo que compartimos a lo largo de esos años.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad de San Carlos y a todo el personal docente y administrativo, por la enseñanza a lo largo de mi preparación académica en esta casa de estudios.
- A mis asesores, Licenciado Miguel Ángel Rodenas, Doctor Hugo Pérez y Doctora Beatriz Santizo, por el tiempo y conocimiento transmitido para la realización de este documento de investigación.
- Al personal de la Unidad Avícola de la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

ÍNDICE

	PAG.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS:	3
III. OBJETIVOS:	4
3.1 General:	4
3.2 Específicos:	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 La Flora intestinal:.....	5
4.1.1 Aportes Benéficos de la flora intestinal.....	6
4.2 Los antibióticos promotores del crecimiento:	6
4.2.1 Modo de acción de los antibióticos promotores del crecimiento:.....	7
4.3 Alternativas a los aditivos promotores del crecimiento.....	9
4.4 Ácidos Orgánicos	9
4.4.1 Ácidos orgánicos utilizados como promotores de crecimiento	10
4.5 Diformato de Potasio.....	11
4.5.1 Modo de acción del Diformato de Potasio:	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1 Localización y descripción del área.....	13
5.2 Duración del estudio.....	13
5.3 Materiales y equipo	13
5.4 Manejo del experimento:	14
5.5 Tratamientos evaluados:	15
5.6 Variables de respuesta.....	15
5.7 Diseño experimental.....	15
5.8 Análisis Económico	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17

6.1	Variables Medidas.....	17
6.1.1	Peso vivo final y ganancia de peso total.....	17
6.1.2	Consumo de alimento y conversión alimenticia.....	18
6.1.3	Mortalidad.....	19
6.2	Análisis Económico	20
VII.	CONCLUSIONES	21
VIII.	RECOMENDACIONES	22
IX.	RESUMEN	23
	SUMMARY.....	24
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Resumen de los efectos de tipo fisiológico, nutricional y metabólico de los antibióticos promotores del crecimiento.....	8
Cuadro 2.	Tratamientos evaluados.....	15
Cuadro 3.	Resultados obtenidos en los tres tratamientos evaluados.....	17
Cuadro 4.	Beneficios obtenidos, costos variables y beneficio neto.....	20
Cuadro 5.	Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Modo de acción de los ácidos orgánicos sobre las bacterias insensibles al Ph, productoras de ácido láctico.....10
- Figura 2. Modo de acción de los ácidos orgánicos sobre las bacterias insensibles al Ph, Coliformes, Clostridium, salmonella y listeria.....10

ÍNDICE DE GRÁFICAS

- Gráfica 1. Efecto de los tratamientos sobre la Ganancia de Peso Total 18
- Gráfica. 2. Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia..... 19

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción de pollo de engorde se ha convertido en un importante rubro de la economía nacional, lo cual hace de vital importancia el mejoramiento de los niveles de producción y su rendimiento. Con el paso del tiempo se han identificado los factores clave para la mejora en la producción, siendo estos el rango de crecimiento, la eficiencia y la bioseguridad óptimos. El solo proveer una alimentación que complete los requerimientos fisiológicos y nutricionales a los animales, ya no es suficiente, es necesario buscar nuevas alternativas para poder obtener una mejora en la producción, la cual se acompañe de alta calidad y certeza de seguridad para el consumidor.

El desarrollo y la salud del tracto gastrointestinal son la clave de la productividad en la producción de aves, particularmente de engorde. Pudiéndose considerar que las funciones digestivas constituyen los factores más limitantes para el rendimiento, y cualquier desbalance microbiano puede causar deficiencias en este.

A lo largo de los años se ha venido utilizando aditivos alimenticios como los antibióticos (promotores del crecimiento), los cuales han demostrado ser útiles para estabilizar la microflora intestinal, mejorar el rendimiento general de las aves, además de prevenir algunos procesos patológicos; pero estos han estado bajo una constante crítica por muchos años e incluso, en algunos países han sido eliminados. Su utilidad rara vez se ha cuestionado y es realmente su relación con antibióticos similares usados en medicina humana lo que crean preocupación sobre la posibilidad de que su uso pueda contribuir a aumentar el grupo de bacterias resistentes a los antibióticos.

Actualmente la Unión Europea ha incrementado los controles de calidad, en torno a los productos de origen animal, iniciando desde la formulación de las dietas, la selección de las materias primas de los alimentos, hasta su manufactura. Como consecuencia de esto, en la Unión Europea, ya en el año 2006 entró en vigor la prohibición del uso de antibióticos en alimentos para animales. Esto ha

forzado a que los productores de aves busquen nuevas alternativas que ofrezca similares beneficios económicos y productivos, pero sin la inclusión de antibióticos.

Dados los antecedentes presentados, se hace necesario explorar alternativas, tales como el uso de ácidos orgánicos, los cuales han sido principalmente utilizados por los porcinocultores en la mejora del rendimiento de los lechones al destete, como promotores de crecimiento y para prevenir diarrea; debido a que estos actúan sobre las bacterias intestinales penetrando a través de la pared celular bacteriana, alterando así la fisiología normal de la bacteria, destruyéndola y mejorando el control de microorganismos patógenos y la funcionalidad intestinal.

El objeto de este trabajo de investigación, es poder determinar el efecto del ácido orgánico, *diformato de potasio*, como promotor de crecimiento en pollo de engorde y así demostrar su viabilidad o no, para ser considerado como una alternativa libre de antibióticos en la industria avícola.

II. HIPÓTESIS

La adición del *diformato de potasio* en dietas de pollo de engorde tiene efecto sobre los índices zootécnicos tales como consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

III. OBJETIVOS:

3.1 General

- Evaluar nuevas alternativas para mejorar la productividad en las explotaciones de pollo de engorde.

3.2 Específicos

- Determinar el efecto en términos de consumo (g), ganancia de peso (g) y conversión alimenticia semanal al utilizar dos distintas concentraciones de diformato de potasio (0.6 y 0.3 %) como promotor de crecimiento de pollos de engorde.
- Analizar económicamente los resultados de los tratamientos determinando la tasa marginal de retorno.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 4.1 La Flora intestinal

La flora intestinal de las aves se establece mediante procesos de colonización microbiana del tracto gastrointestinal, teniendo características bien definidas según la localización que le corresponde. Así las bacterias que se desarrollan en la parte superior del tubo digestivo (buche e intestino delgado) son esencialmente organismos Gram positivos que toleran la presencia del oxígeno; por el contrario en la parte inferior (ciego) predominan las bacterias anaerobias que no sobreviven al contacto con el oxígeno.

La mezcla de microorganismo del buche y del intestino da lugar a la alta producción de ácido láctico; en cambio, la mezcla de la flora microbiana del ciego de las aves, conduce a la elaboración de ácidos grasos volátiles tales como, el *ácido acético, butírico y propiónico*.

Mediante procedimientos experimentales, ha sido posible demostrar una serie de interacciones entre los grupos bacterianos, con la finalidad de proteger a su medio de la invasión de gérmenes extraños con potencial patogénico o productores de toxinas. Para el efecto las bacterias nativas predominantes, manifiestan sus capacidades bacteriostáticas, bactericidas o limitantes de la población invasora a sus más bajos niveles, haciendo uso de sustancias que elaboran con tal propósito (*ácido láctico, ácidos biliares y bacteriocinas* o sea proteínas con acción antibiótica) (Snoeyembos, 1989). El fenómeno así descrito corresponde a una exclusión competitiva o colonización resistente, que no es más que la capacidad que tiene la flora intestinal normal de impedir la colonización de otras poblaciones de bacterias usualmente patógenas. (Gonzales, 2005)

4.1.1 Aportes Benéficos de la flora intestinal

Siendo numerosos los beneficios que la flora intestinal aporta al desarrollo y producción animal, merecen destacarse los siguientes:

- A través de los procesos fermentativos en el ciego, se logra el aprovechamiento de la energía involucrada en la dieta, especialmente de los compuestos fibrosos.
- Contribuyen a la bio-transformación de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, amidas, minerales y recuperación del nitrógeno endógeno.
- Dan su aporte a la resistencia de infecciones y efectos indeseables, propios de organismos patógenos, tales como *Clostridium sp* y *Escherichia coli*.
- Participan en los procesos de síntesis de vitaminas del complejo B y de nucleótidos por el *Lactobacillus sp*, así como en la producción de ácidos grasos volátiles. (Hubbard, 2003)

4.2 Los antibióticos promotores del crecimiento

El papel de la microflora del tracto gastrointestinal en los animales no rumiantes es de gran importancia en la absorción y la disponibilidad de los nutrimentos; es por ello que los requerimientos nutricionales (ingredientes de calidad fácilmente digestibles) son mucho mayores (y también más caros) y cualquier desbalance microbiano puede causar deficiencias en el rendimiento, toda vez que puede afectar adversamente la digestión y principalmente los patrones de absorción.

Las bacterias intestinales patógenas pueden causar diarrea, infecciones, disfunción hepática, y reducción de la digestión y la absorción de los nutrimentos, así como la muerte. Las bacterias benéficas pueden inhibir el crecimiento de las patógenas mediante diversos mecanismos, además de estimular al aparato inmuno competente sintetizar vitaminas.

A lo largo de los años, el uso de aditivos alimenticios antibióticos (promotores de crecimiento) ha demostrado ser útil para estabilizar la microflora intestinal y mejorar el rendimiento general de las aves, además de prevenir algunos procesos patológicos intestinales específicos, como por ejemplo la enteritis necrótica causada por *Clostridium perfringens*. (Hubbard, 2003)

4.2.1 Modo de acción de los antibióticos promotores del crecimiento

Los antibióticos promotores del crecimiento funcionan de diferentes maneras:

- Inhibición de las infecciones subclínicas: Reduciendo el número de bacterias patógenas (como *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Clostridium sp.*, *Salmonella sp.*)
- Reducción de los metabolitos microbianos que deprimen el crecimiento: Disminuyendo el crecimiento bacteriano en general lo cual a su vez reduce el estímulo del aparato inmunocompetente, mismo que tendría un efecto negativo sobre el crecimiento y la producción.
- Reduciendo los subproductos y las toxinas microbianas que incrementan las necesidades de energía del animal. Algunos productos microbianos (como el *NH3* y el ácido láctico), aumentan la división celular de los enterocitos lo cual consume energía, altera la barrera intestinal e inhibe la máxima absorción.
- Reducción del uso de los nutrientes por parte de los microbios.
- Favorecimiento de la absorción y uso de los nutrientes a través de una pared intestinal más delgada, la cual se observa en los animales cuya ración contiene antibióticos.

Cuadro 1. Resumen de los efectos de tipo fisiológico, nutricional y metabólico de los antibióticos promotores del crecimiento.

EFECTO		
FISIOLÓGICOS	NUTRICIONALES	METABÓLICOS
Incremento de	Incremento de	Incremento de
Absorción de Nutrimientos	Retención de energía	Síntesis de proteína. hepática
Consumo de Alimento	Retención de nitrógeno	Fosfata alcalina en intestino
	Absorción de Vitaminas	
Disminución de	Absorción de elementos traza	Disminución de
Tiempo de transito del alimento	Absorción de ácidos grasos	Producción de amoniaco
Diámetro de la pared intestinal	Absorción de glucosa	Producción de aminas tóxicas
Longitud de la pared intestinal	Absorción de calcio	Fenoles aromáticos
Peso de la pared intestinal	Absorción en plasma	Productos de degradación biliar
Humedad Fecal	Disminución de	Oxidación de ácidos grasos
Multiplicación de las células	Perdida de energía en intestino	Excreción de grasa en heces
La mucosa	Síntesis de vitaminas	Ureasa microbiana intestinal

Fuente Elaboración Propia.

La falta de respuesta a los antibióticos promotores del crecimiento en los pollos libres de gérmenes demuestra que estos antibióticos pueden más bien “permitir el crecimiento” que promoverlo (Arseo, 2006). Bedford, en una revisión del impacto nutricional sobre el efecto de los antibióticos promotores del crecimiento menciona que su eficacia está relacionada con su actividad antimicrobiana más que con una interacción directa con la fisiología del animal.

Al reducir la población de bacterias Gram positivas, los antibióticos promotores del crecimiento dan una ligera ventaja a los gérmenes Gram negativos, grupo al que pertenecen *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Campylobacter*. El micro ambiente intestinal que ejerce influencia sobre la microflora depende en gran medida del pH, del sustrato disponible (proteína mal digerida, polisacáridos no amiláceos, etc.), del potencial de oxidación y reducción, de las toxinas, los anticuerpos, la presencia de otras bacterias, etc. (Gonzales, 2005)

4.3 Alternativas a los aditivos promotores del crecimiento

Los antibióticos promotores del crecimiento han estado bajo escrutinio por muchos años e incluso, en algunos países han sido eliminados. Su utilidad rara vez se ha cuestionado y es realmente su relación con antibióticos similares usados en medicina humana lo que crea preocupaciones sobre la posibilidad de que su uso pueda contribuir a aumentar el grupo de bacterias resistentes a los antibióticos.

A la luz de esta situación, los fabricantes de alimentos balanceados y los productores pecuarios han venido buscando activamente una alternativa eficaz ante los antibióticos promotores del crecimiento.

Se han considerado y probado numerosos productos, pero parece que los ácidos orgánicos son la alternativa más promisoriosa. (Maribo, 2006)

4.4 Ácidos Orgánicos

El principio básico clave del modo de acción de los ácidos orgánicos sobre las bacterias es que los ácidos orgánicos no disociados (no ionizados y más lipofílicos) pueden penetrar a través de la pared celular bacteriana y alterar adversamente la fisiología normal de ciertos tipos de bacterias.

Es posible ver que, sin la protección contra el ambiente del tracto gastrointestinal, los ácidos orgánicos se disocian antes de llegar a los segmentos del intestino donde se encuentran las bacterias que deseamos atacar.

Figura 1. Modo de acción de los ácidos orgánicos sobre las bacterias insensibles al Ph, productoras de ácido láctico.

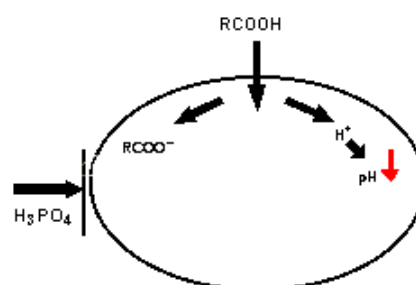
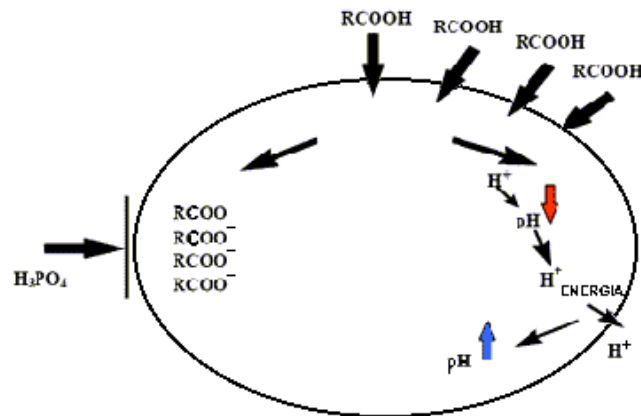


Figura 2. Modo de acción de los ácidos orgánicos sobre las bacterias insensibles al Ph, Coliformes, Clostridium, Salmonella y Listeria



Después de penetrar a través de la pared celular de la bacteria, los ácidos orgánicos no disociados quedan expuestos al pH interno de la misma (7.85 ± 0.05 para *E. coli*; $n = 40$, [Roe]) y se disocian liberando H^+ y aniones (A^-). El pH interno disminuye y, debido a que las bacterias sensibles al pH no toleran una diferencia muy grande entre el pH interno y el externo (figura 1), se activa un mecanismo específico (bomba de H^+ - ATPasa) para hacer que el pH dentro de la bacteria retorne a su nivel normal. Este fenómeno consume energía y, eventualmente, puede detener el crecimiento de la bacteria o incluso matarla. La reducción del pH interno involucra otros mecanismos como la inhibición de la glucólisis, el impedimento del transporte activo y la interferencia con la transducción de señales.

La parte aniónica (A^-) del ácido queda atrapada dentro de la bacteria porque se difunde libremente a través de la pared celular sólo en su forma no disociada. La acumulación de A^- se torna tóxica para la bacteria mediante complejos mecanismos que implican un desbalance aniónico conducente a problemas osmóticos internos para el germen (Danielsen, 2005).

Por el contrario, las bacterias insensibles al pH toleran un diferencial mayor entre el pH interno y el externo y, si el pH interno alcanza niveles suficientemente bajos, los ácidos orgánicos reaparecerán en su forma no disociada y saldrán de la

bacteria por la misma vía que entraron, lo cual crea un equilibrio y la bacteria no sufre problema alguno por esta situación. (Hubbard, 2003)

Es importante notar que, incluso en su forma no disociada, los ácidos inorgánicos no pueden penetrar a través de la pared celular de las bacterias. Como ocurre con los antibióticos, las bacterias tienen diferentes niveles de sensibilidad a los distintos ácidos orgánicos bajo circunstancias específicas.

Sin embargo, al contrario de lo que ocurre con los antibióticos, parece que los ácidos orgánicos comparten un mismo modo de acción a pesar de su variedad de estructuras químicas. Todos tienen mayor potencia antimicrobiana a medida que el pH se hace más ácido (Carro, 2005), lo cual de hecho es incompatible con la fisiología normal del animal e incluso con la vida. (Hubbard, 2003).

4.4.1 Ácidos orgánicos utilizados como promotores de crecimiento:

Aditivos minerales acidificantes: Contiene una mezcla de ácido cítrico y ácido ortofosfórico, que reduce el pH en el tracto digestivo.

Ácido láctico: Impide el crecimiento de las bacterias patógenas en el tracto digestivo.

Formiato de calcio: Es la sal cálcica del ácido fórmico, que reduce la capacidad buffer del alimento y reduce el pH en el tracto digestivo, lo que probablemente lleva a una mejora en la absorción de nutrientes y reduce el crecimiento de las bacterias patógenas.

Ácido Fórmico, Formiato sódico y ácido cítrico: Estos actúan a través de la reducción del pH en el tracto digestivo previenen en el crecimiento de las bacterias patógenas. (Gaurthiere, 2005).

4.5 Diformato de Potasio

Es una sal cristalina del ácido fórmico (diformato de potasio), no corrosiva, y fácil de manejar para la incorporación en los concentrados. Siendo seguro para el uso del trabajador de la fábrica de concentrados, el medio ambiente, los animales y al consumidor final. (Addcon, 2006).

4.5.1 Modo de acción del Diformato de Potasio:

En el medio líquido el diformato de potasio, se convierte en ácido fórmico (HCOOH), formiatos (HCOO⁻) y potasio (K⁺). El 85% del formiato aparece en el duodeno siendo una cantidad significativa para ejercer efectos antimicrobianos en el intestino delgado, también reduciendo el pH de la masa digestiva duodenal unas 0.4 unidades de pH entre 5 a 65 minutos después de la toma del concentrado. Actuando especialmente sobre las bacterias Echerichia coli y Salmonella, proveyendo una mejor microflora en el intestino. Permitiendo que El animal tenga mejor crecimiento y estado de salud, lo cual al mismo tiempo asegura mejores productos para el consumidor. (BASF, 2006).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización y descripción del área

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicada en el Campus Central Universitario, zona 12 de la ciudad de Guatemala. Según De la Cruz (1988) pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Sub-tropical Templado. La temperatura promedio es de 18.5 grados centígrados, la humedad relativa es de 78%, la precipitación pluvial media anual es de 1,200 mm y se encuentra a una elevación de 1,450 metros sobre el nivel del mar.

5.2 Duración del estudio

La fase experimental del presente estudio tuvo una duración de 42 días, iniciándose cuando los pollitos tenían un día de nacidos.

5.3 Materiales y equipo

- 180 pollos de engorde de la raza Hubbard de un día de nacidos.
- 1 criadora de gas.
- 6 bebederos de galón.
- 6 bandejas.
- Círculo de recepción.
- Báscula.
- Vacuna Newcastle.
- Concentrado, inicio control.
- Concentrado, finalizador control.
- Diformato de potasio.
- Mezcladora.
- Tabla de desempeño.

- 18 comederos tubulares.
- 18 bebederos de campana.
- Libreta de campo.
- Computadora.

5.4 Manejo del experimento

Previo al ingreso de los pollitos, se lavó y limpió la galera con agua y jabón, luego se desinfectó con amonio cuaternario. Posteriormente se aplicó cal viva al piso y paredes para luego colocar el círculo de recepción y la criadora. Finalmente se realizaron tres divisiones en el círculo.

Se recibieron 180 pollos de un día de nacidos. Los cuales se separaron aleatoriamente en tres grupos de 60 pollitos cada uno, siendo identificados como tratamientos 1, 2 y 3.

En el momento de la recepción, la temperatura en la galera fue de 32 grados centígrados, se les proporcionó a los pollitos agua con electrolitos; media hora después de haber ingresado se les ofreció el alimento *ad libitum*, iniciando la medición de los rechazos del día anterior y la guía de manejo de la raza.

Los pollos permanecieron 10 días en el círculo de recepción y posteriormente fueron trasladados a sus respectivas divisiones tomando en cuenta los tratamientos. A todos los pollos se les aplicó la vacuna contra Newcastle al ojo al octavo día. Se hicieron 18 divisiones, colocando 10 pollos en cada división, un bebedero de campana y un comedero de tolva en cada una. La mezcla y adición del alimento balanceado fue realizado en una mezcladora de aspas.

Diariamente se llevó registro de mortalidad, alimento ofrecido y alimento rechazado. Semanalmente se pesó 30 pollos de cada tratamiento utilizando una balanza digital. Al finalizar se pesó la población total de pollos, de los tres tratamientos.

5.5 Tratamientos evaluados

Cuadro 2. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Alimento balanceado	Diformato de potasio
1	<i>Ad libitum</i>	0g/kg alimento (0 %)
2	<i>Ad libitum</i>	6g/Kg alimento (0.6%)
3	<i>Ad libitum</i>	3g/Kg alimento (0.3%)

Fuente: Propia

5.6 Variables de respuesta

Las variables que se midieron son:

- Peso vivo (g)
- Consumo de alimento (g)
- Mortalidad (%)

Con las variables medidas se cuantificaron los siguientes índices:

- Mortalidad (%)
- Conversión alimenticia
- Ganancia de peso acumulada (g)

5.7 Diseño experimental

El diseño utilizado fue completamente al azar. Cada tratamiento contó con un número de 6 repeticiones y se utilizó como unidad experimental 10 pollos.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Donde:

$$i = 1,2,3$$

$$j = a,b,c,d,e,f$$

Y_{ij} = Variable respuesta en la ij -ésima unidad experimental.

U = Media general.

T_i = Efecto de las dietas.

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

5.8 Análisis Económico

Se determinó el presupuesto parcial de los diferentes tratamientos evaluados, el que fue utilizado para el cálculo de la tasa marginal de retorno.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Variables Medidas

En el cuadro 3, se muestra los resultados obtenidos sobre las variables productivas medidas en el estudio, en el cual se observa las diferencias significativas entre algunas de ellas.

Cuadro 3. Resultados obtenidos en los tres tratamientos evaluados

Variable productiva	Tratamiento		
	1. testigo	2. Concentrado + 0.6% <i>diformato</i>	3. Concentrado + 0.3% <i>diformato</i>
Peso vivo inicial (g)	45	45	45
Peso vivo final (g)	2209 b	2353 a	2420 a
Ganancia de peso total/ave (g)	2164 b	2308 a	2375 a
Consumo de alimento total/ave (g)	3787 b	3954.4 a	3990 a
Conversión alimenticia	1.75 b	1.68 a	1.64 a
Mortalidad (%)	1.4	2.8	1.4

Fuente: Elaboración Propia

6.1.1 Peso vivo final y ganancia de peso total

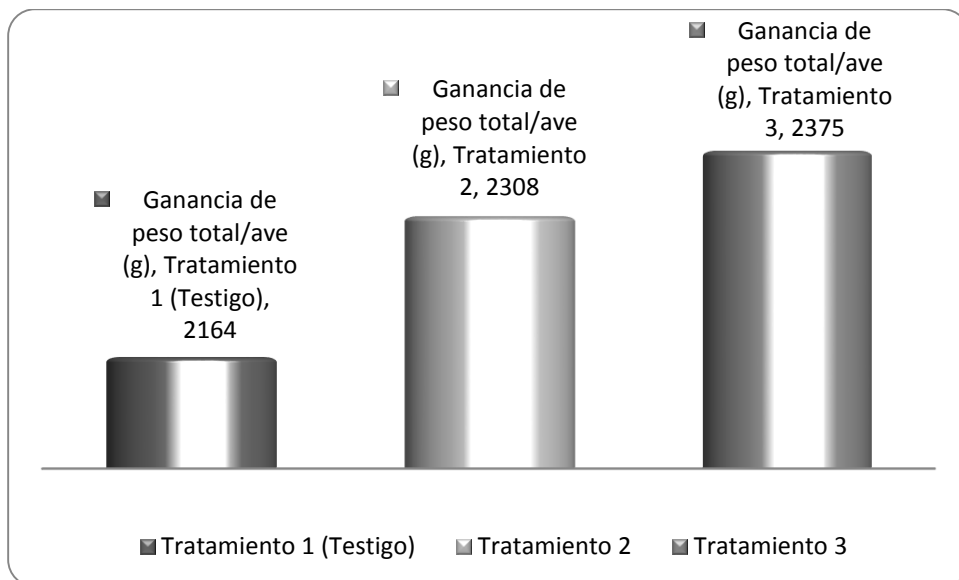
Como lo muestra el cuadro 3, la variable peso vivo final de los pollos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos 2 y 3, mientras que ambos fueron superiores al testigo (tratamiento 1). Esto implica que los pollos en los que se utilizó el *diformato* de potasio adicionado al concentrado, reportaron una mayor ganancia de peso total y un peso final mayor al testigo, en el cual no se utilizó *diformato* de potasio.

Comparando los datos obtenidos en el presente estudio, con el realizado en Australia por Selle. BASF (2003), se observa que la tendencia de los tratamientos es similar, ya que se obtuvo mayor peso final a los 35 días de edad en pollos alimentados con concentrado enriquecido con *diformato* de potasio, el tratamiento

2 (6g/kg de diformato de potasio) presentó un peso de 3,445 g/ave, el tratamiento 3 (3g/kg de diformato de potasio) presentó un peso de 3,296 g/ave y el testigo presentó un peso de 3,263 g/ave.

En lo que respecta a los objetivos de producción de la línea genética utilizada, la guía de manejo de la raza Hubbard (Hubbard, 2003), indica que el peso promedio de los pollos a los 42 días debe ser de 2,335 g/ave, lo que muestra que los tratamientos 2 y 3 están cerca de este promedio, mientras que el tratamiento 1 o testigo, quedó debajo de este promedio.

Gráfica 1. Efecto de los tratamientos sobre la Ganancia de Peso Total.



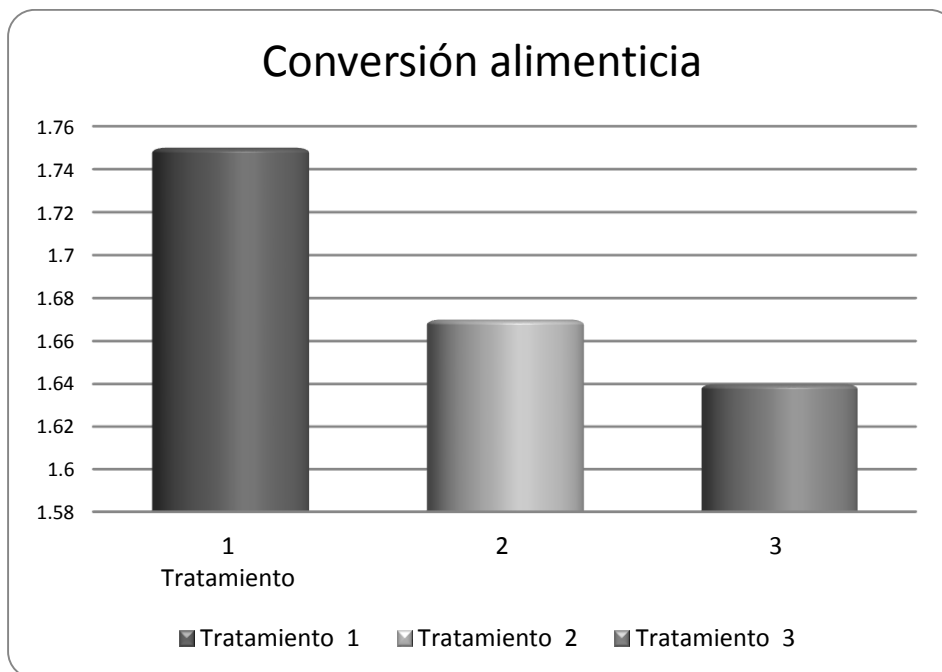
6.1.2 Consumo de alimento y conversión alimenticia

En cuanto al consumo de alimento, se determinó que los tratamientos 2 y 3 presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) con respecto al testigo (tratamiento 1). Lo anterior concuerda con resultados obtenidos en experimentos similares realizados en Noruega (Seller, 2003), en donde el consumo de alimento en los tratamientos que tenían la adición de diformato de potasio, fue mayor a la del testigo utilizado.

En lo que respecta a la conversión alimenticia, los tratamientos 2 y 3, fueron muy similares, no presentando diferencias estadísticamente significativas entre sí ($p < 0.05$). El testigo presentó la más baja conversión alimenticia (1.75) siendo estadísticamente diferente a los otros dos tratamientos.

Lo anterior se debe, según Selle (2003), a que el diformato de potasio es un promotor que mejora el crecimiento del ave y la utilización de los nutrientes.

Gráfica 2. Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia.



6.1.3 Mortalidad

En el cuadro 3, se muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre los resultados ($p < 0.05$) de mortalidad en los tratamientos evaluados, y se determinó que las muertes ocurridas no tienen relación con los tratamientos evaluados.

6.2 Análisis Económico

Se determinó la Tasa Marginal de Retorno (TMR), mediante la metodología propuesta por CIMMYT (1988), por lo que se consideraron los costos variables atribuibles a los tratamientos y los beneficios que se derivaron de la venta del pollo.

Cuadro 4. Beneficios obtenidos, costos variables y beneficio neto

BENEFICIOS	Tratamiento 1 (Testigo)	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Ganancia de peso (kg)	2.209	2.383	2.420
Valor Q/kg en pie	9.91	9.91	9.91
Beneficio Bruto (Q)	21.89	23.31	23.98
COSTOS VARIABLES	Tratamiento 1(Testigo)	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Consumo de alimento de inicio (kg)	0.946	0.963	0.9978
Valor Q/kg de alimento de inicio	2.334	2.383	2.364
Consumo alimento finalizador (kg)	2.841	2.891	2.992
Valor Q/kg de alimento finalizador	2.32	2.37	2.355
Total de Costos Variables (Q)	8.798	9.145	9.404
Beneficio Neto (Q)	13.09	14.16	14.57

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.

Tratamientos	BN	CV	Δ BN	Δ CV	TRM (%)
1 ó testigo	13.09	8.798			
2 (0.6% diformato)	14.16	9.145	1.07	0.347	3085
3 (0.3% diformato)	14.57	9.404	0.41	0.259	1583

Fuente: Elaboración Propia

En función de los tratamientos, el análisis de dominancia permitió establecer que el tratamiento 3 resultó ser el dominante, mientras que los tratamientos 2 y 1, fueron los dominados. Por lo que se concluyó que el tratamiento 3 es el más eficiente desde el punto de vista económico.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, se concluye que:

7.1 Con respecto a la variable peso vivo final, los tratamientos 3 y 2 presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) con respecto al tratamiento 1 o testigo, con un peso vivo final de 2.420kg y 2.353kg de los primeros, en comparación a 2.209kg del tratamiento 1.

7.2 La variable ganancia de peso presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo los tratamientos 3 y 2 los que presentaron los mejores resultados. Mientras que el tratamiento 1 o testigo, fue el que menor ganancia de peso presentó.

7.3 La mejor conversión alimenticia la presentaron los tratamientos 3 y 2, con 1.68 y 1.67 respectivamente, donde no se encontró diferencias estadísticas significativas entre ellas ($P < 0.05$), pero si ante la conversión alimenticia presentada por el tratamiento 1 o testigo la cual fue de 1.75.

7.4 La variable consumo de alimento, presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos 2 y 3, con respecto al tratamiento 1 o testigo.

7.5 La variable mortalidad no presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los tres tratamientos.

7.6 Se estimó que el tratamiento 3 el cual consistió en la adición al concentrado de un 0.3% de diformato de potasio, fue el más eficiente desde el punto de vista económico.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** Adicionar el diformato de potasio al concentrado en una concentración de 0.3% para obtener los mejores resultados económicos.

- 8.2** Evaluar el efecto de otros promotores orgánicos sobre los índices productivos en pollos de engorde.

IX. RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la inclusión del ácido orgánico *diformato de potasio* en dietas de pollos de engorde, el cual realiza la función de los antibióticos (promotores de crecimiento) de uso comercial siendo adicionados al concentrado de las aves para mejorar la absorción de nutrientes y disminuir la pérdida de estos por bacterias no benignas. Este ácido es el perfecto sustituto a la utilización de los antibióticos, que bien son funcionales en el desempeño avícola pero pueden ser contraproducentes en el consumidor al crear resistencia a ciertos antibióticos de uso medicinal.

El experimento tuvo una duración de 42 días, utilizando 180 pollos de raza Hubbard de un día de edad, los cuales fueron divididos en tres tratamientos: tratamiento 1 se le proporcionó alimento comercial sin ningún aditivo, tratamiento 2 con una adición del 0.6% del ácido *diformato de potasio* en el mismo alimento comercial y tratamiento 3 con una concentración del 0.3 % de *diformato de potasio* en el alimento. El *diformato de potasio* fue adicionado a cada tratamiento en la pre mezcla de los micronutrientes de cada concentrado. Los índices evaluados fueron la conversión alimenticia, ganancia de peso acumulada (g) y la mortalidad (%). La variable conversión alimenticia tuvo mejores resultado en el tratamientos 3. La variable ganancia de peso presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 3 el cual presentó los mejores resultados mientras que el tratamiento 1 o testigo fue el menor peso. La variable mortalidad no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos. Se estimó que el tratamiento 3 con 0.3% de *diformato de potasio*, fue el más eficiente desde el punto de vista económico. Se concluye que la adición del diformato de potasio en dietas de pollo de engorde sí tiene un efecto positivo sobre las variables conversión alimenticia y ganancia de peso.

SUMMARY

In the present study there was evaluated the effect of the incorporation of the organic acid *Potassium diformate* in diets of poultry Chicken of puts on weight, which realizes the function of the antibiotics (growth promoters) of commercial use being added to the poultry diets to improve the absorption of nutrients and to diminish the loss of nutrients for not benign bacterias. This acid is the perfect substitute to the utilization of the antibiotics, which well are functional in the poultry performance but can be counter-productive in the consumer on having created resistance to certain antibiotics of medicinal human use.

The experiment had a duration of 42 days, using 180 broiler chickens of Hubbard genetic line of a day old, which were divided in three treatments, treatment 1 provided a balance diet without any additive, treatment 2 with an addition of 0.6 % of the *potassium diformate* in the same balance diet and treatment 3 with a concentration of 0.3 % of *potassium diformate* in the balance diet. The *potassium diformate* was added to every treatment in the pre mixture of the micronutrients of balance diet of every treatment. The evaluated indexes were the feed- conversion, weight gain accumulated(g) and the mortality(%). The variable weight gain presented statistical significant differences between the treatments, be the treatments 3 who presented the best results, whereas the treatment 1 who was that minor weight gain presented. The treatments 3 and 2 presented the best Feed-conversion. The variable mortality did not present statistical significant differences between three treatments. The treatment 3, which consisted of the addition to the balance diet of 0.3 % of *potassium diformate*, was the most efficient from the point of view Economic. Concludes that the addition of the *potassium diformate* in diets of poultry it has a positive effect on the parameters production such as the variable feed- conversion and weight gain.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADDCON. (2006). FORMI® The first approved alternative to feed antibiotics. Recuperado de: <http://www.addcon.com/en/feed/feed-additives/formi/>
2. Arceo, J. (2005). La flora Microbiana Intestinal y su interrelación con el Metabolismo y la inmunidad de las Aves Recuperado de <https://mysli.de.es/documents/virbac-al-dia-aves-num5.html>
3. BASF. The Chemical Company (2006). FORMI® -The Safe Way to Higher Performance. Recuperado de: <http://polfamix.ucoz.ua/FORMI/FormiBASF.pdf>
4. Carro, M. (2002). Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: Situación actual y posibles alternativas. Recuperado de: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.pdf
5. Colin, A. (1994). Recuperado de <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=23435>
6. Cruz, J. R. De La (1982). Clasificación de Zonas de Vida a Nivel de Reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42p.
7. Danielsen, V. (2005). Avances en Nutrición y Alimentación animal Recuperado de <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPXII.pdf>
8. Gaurthier R. (2005). La Salud Intestinal: Clave de la Productividad (El Caso de los ácidos Orgánicos) Recuperado de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/salud-intestinal-clave-productividad-t26193.htm>

9. Gonzales, A. (2005). Ácidos orgánicos en primeras edades. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/articulo/view/1653/1428>
10. Hubbard. (2003). *Guía de manejo de los pollos de engorde Hubbard clásico*. Georgia: Hubbard LLC, Américas Operation.
11. Maribo, H. (2006). Reemplazando antibióticos en dietas para cerdos (Argent Export) Recuperado de http://www.engormix.com/reemplazando_antibiot-cos_dietas_cerdos_s_articulos_336_POR.htm
12. Smits, C. (1999). Modulación a través de la dieta del confort intestinal de Los pollitos. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?Codigo=2375438>
13. Selle, P. (2003). Effects of graded levels of potassium diformate (Formi) On apparent metabolisable energy, nitrogen retention, excreta dry matter and growth performance of broiler from 1-35 days post-hatch. Recuperado de: <https://sydney.edu.au/vetscience/apss/documents/2004/APSS2004-selle-pp55-58.pdf>

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA
EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFORMATO DE POTASIO
EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE COMO
PROMOTOR DE CRECIMIENTO

f. _____
Leslie Celeste Sagastume Jacobs

f. _____
Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
ASESOR PRINCIPAL

Dr. Hugo René Pérez Noriega
ASESOR

M.A. Consuelo Beatriz Santizo Cifuentes
ASESOR

IMPRIMASE:

f. _____
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO