

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

EFFECTO DEL BUTIRATO DE SODIO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE
LA CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*) EN ETAPA DE POSTURA

Presentado por:

Candy Meliza Paredes Yupanqui

Para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



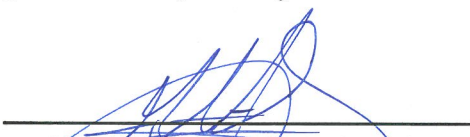
TESIS

“EFECTO DEL BUTIRATO DE SODIO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO
DE LA CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*) EN ETAPA DE POSTURA”


Presentado por **Candy Meliza Paredes Yupanqui**, para optar el título de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 02 de agosto del 2022, ante el jurado evaluador:

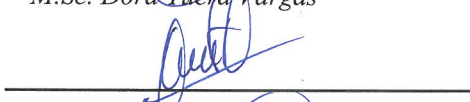
Presidente:


Mtro. Max Henry Escobedo Enríquez

Primer Miembro:

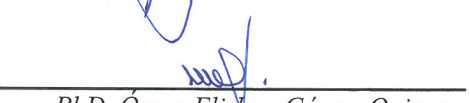

M.Sc. Dora Yuela Vargas

Segundo Miembro:


MVZ. Valeriano Paucara Oca

Asesor (es) :


Mtro. Virgilio Machaca Machaca


PhD. Óscar Elisban Gómez Quispe

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme ayudado a cumplir una de las metas que no fue fácil lograrlo, por darme la vida y guiarme siempre con su bendición.

Al Dr. Virgilio Machaca Machaca, principal promotor del presente trabajo, impulsándome a concluir con la investigación, por su apoyo, su orientación y sobre todo su confianza para la ejecución de este estudio de investigación.

Al PhD. Oscar Elisban Gómez Quispe, por su voluntad, paciencia, contribución en el análisis de los datos y haber velado el rigor de la investigación.

Al Dr. Marco Aurelio Balarezo Vivanco y la Ing. Guisella Granados Huaynates por su apoyo en la investigación y haberme permitido realizar las formulaciones del alimento para las codornices, ofreciéndome su confianza y su amistad incondicional.

A los miembros del jurado por su colaboración y apoyo en la mejora de mi trabajo de investigación.

A todas las personas que hicieron posible esta investigación y logre su culminación.



Dedicatoria

A mis padres Cerafin Paredes y Sunilda Yupanqui, por darme su confianza, brindarme su apoyo y por la ayuda en las decisiones de emprendimiento que estoy realizando.

A mi amor Dante Huachaca, mi amigo y compañero de vida, por su constante apoyo, su amor y su virtud de escuchar.

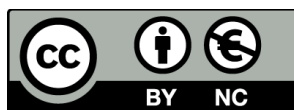
A mis hermanos: Indira, Roy y Jherzon por apoyarme significativamente con el dialogo y la unión que nos caracteriza como kichitas.



“Efecto del butirato de sodio sobre el rendimiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en etapa de postura”

Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del Problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.2.3 Justificación de la investigación.....	5
CAPÍTULO II	6
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	6
2.1 Objetivos de la investigación	6
2.1.1 Objetivo general	6
2.1.2 Objetivos específicos.....	6
2.2 Hipótesis de la investigación	6
2.2.1 Hipótesis general	6
2.2.2 Hipótesis específicas	6
2.3 Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO III	8
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8
3.1 Antecedentes	8
3.2 Marco teórico	11
3.2.1 La codorniz.....	11
3.2.1.1 Características de la codorniz	12
3.2.1.2 Sistema reproductivo de la hembra	12
3.2.1.3 Producción de huevos	14
3.2.1.4 Composición nutricional del huevo de codorniz	15
3.2.2 Alimentación y nutrición.....	17
3.2.3 Butirato de sodio.....	19
3.2.3.1 Mecanismo de acción	20
3.2.3.2 Metabolismo celular	21
3.2.3.3 Eficacia en el tracto gastrointestinal	21
3.2.3.4 Micro flora intestinal	21
3.2.3.5 Efecto bactericida	22
3.2.3.6 Butirato de sodio en aves	22

3.2	Marco conceptual.....	24
CAPÍTULO IV.....		25
METODOLOGÍA.....		25
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	25
4.2	Diseño de la investigación.....	25
4.3	Población y muestra.....	25
4.4	Procedimiento.....	26
4.4.1	Ámbito de la experimentación.....	26
4.4.2	Labores previas a la experimentación.....	26
4.4.3	Levante y postura de las codornices.....	27
4.4.4	Instalación y preparación del alimento.....	27
4.4.5	Identificación de tratamientos.....	27
4.4.6	Elaboración y descripción de la alimentación.....	27
4.5	Técnica e instrumentos.....	28
4.5.1	Estimación de parámetros productivos de la codorniz.....	28
4.6	Análisis estadístico.....	30
CAPITULO V.....		32
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		32
5.1	Análisis de resultados.....	32
5.1.1	Peso del huevo.....	32
5.1.2	Grosor de la cáscara del huevo.....	32
5.1.3	Porcentaje de huevos por día.....	33
5.1.4	Ganancia de peso.....	34
5.1.5	Conversión alimenticia.....	34
5.2	Discusión.....	35
CAPÍTULO VI.....		37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		37
6.1	Conclusiones.....	37
6.2	Recomendaciones.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		38
ANEXOS.....		42



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e indicadores.....	7
Tabla 2. morfología interna del aparato reproductor femenino de la codorniz	13
Tabla 3. Composición nutricional del huevo de la codorniz	16
Tabla 4. Comparación de la composición nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina	16
Tabla 5. Requerimiento de nutrientes en diferentes etapas de la codorniz.....	18
Tabla 6. Requerimientos nutricionales de la codorniz en etapa de postura.....	19
Tabla 7. Distribución de codornices de experimentación.....	25
Tabla 8. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre el peso del huevo de codornices.....	32
Tabla 9. Efecto de dietas (tratamientos) con suplementación de butirato de sodio sobre el grosor de la cascara de huevo de codornices.....	33
Tabla 10. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre el porcentaje de huevos por día en codornices.....	33
Tabla 11. efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre la ganancia de peso en codornices.....	34
Tabla 12. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre la conversión alimenticia en codornices	34
Tabla 13. Anova grosor de la cascara del huevo	43
Tabla 14. Anova de un factor	43
Tabla 15. Anova Porcentaje de huevos por día	43
Tabla 16. Características productivas estimadas de la codorniz bajo la aplicación de tratamientos.	43
Tabla 17. Registro utilizado para recolección de datos de los huevos de codorniz.....	44
Tabla 18. Registro para las variables del porcentaje de huevos por día.....	45
Tabla 19. Registro para la medición de conversión alimenticia.....	46



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismo de acción bactericida de los ácidos orgánicos	20
Figura 2. Conversión del butirato de sodio en ácido butírico en el intestino del ave y su absorción.....	23
Figura 3. Localización del área de estudio	26
Figura 4. Codornices en etapa de levante	47
Figura 5. Identificación de sexos en codornices.....	47
Figura 6. Pesaje de las codornices antes del tratamiento.....	48
Figura 7. Codornices alimentándose con el butirato de sodio adicionado en el alimento.....	48
Figura 8. Recolección de huevos de codorniz	49
Figura 9. Pesaje de huevos por tratamientos	49
Figura 10. Jaulas identificadas por colores.....	50
Figura 11. Huevos de codorniz de los diferentes tratamientos.....	50



INTRODUCCIÓN

La codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en comparación con otras aves de producción, es una notable fuente de carne y huevos (1). La producción de huevos es una actividad que se realiza en granjas alrededor del mundo, las codornices se mantienen en jaulas. Se sabe que la codorniz es fácil de manejar, requiere empleo adecuado, poca inversión y es altamente adaptable, generalmente prospera en áreas con climas secos entre 18 y 30 °C, aunque son muy sensibles a bajas temperaturas (2). Es una especie muy prolífica y tiene un amplio rango reproductivo, debido a su corta madurez, producción temprana de huevos y alto valor proteico del huevo. (3), siendo esta actividad económicamente viable, debido a que alcanza un alto nivel de postura que llegan a sobrepasar el 90 % de producción. El desafío es lograr una producción más eficiente y así mejorar la calidad alimentaria de la población debido a la alta calidad de proteína contenida en el huevo. El crecimiento, la producción de huevos y la resistencia en la codorniz se basa en gran medida de la digestibilidad y la disponibilidad de energías y nutrientes, por lo que es necesario comprender el impacto de los ingredientes nutricionales disponibles en el mercado para implementar estrategias de alimentación para mejorar las codornices.

Un insumo, que se viene utilizando es el ácido butírico (4), el mismo que sostiene un efecto protector en el intestino grueso, además de que es un estimulante del crecimiento intestinal (5) e incrementa la superficie de la conexión con las micro vellosidades intestinales y la secreción de enzimas digestivas. En las aves es conocido por su efecto directo sobre la secreción de mucina (6) . Por lo que el objetivo de esta investigación ha sido evaluar el efecto del butirato de sodio sobre el rendimiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en etapa de postura.



RESUMEN

El presente estudio se evaluó el efecto del butirato de sodio sobre el rendimiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en etapa de postura, en el distrito de Puente Piedra, Región de Lima realizado por un periodo de 10 semanas. Se utilizaron 432 codornices hembras en periodo de postura de 35 días de edad, distribuidos en un sistema completamente al azar de tres tratamientos con cinco repeticiones cada uno, distribuidos en T0 (Control), T1 (butirato de sodio al 90%), T2 (butirato de sodio al 15%), T3 (butirato de sodio al 70%). Donde se evaluaron porcentaje de huevos por día, peso del huevo, grosor de la cáscara del huevo, ganancia de peso, conversión alimenticia. Se utilizó el diseño de bloque completamente al azar. Los resultados en cuanto al porcentaje de huevos por día no hubo diferencia significativa donde se aprecia una diferencia numérica de 79.28% en el T1 a diferencia de los demás tratamientos T0 (77.82%), T2 (75.25%), T3 (71.90%), ganancia de peso del huevo dio como resultado significativo en el T1 (11.99g), grosor de las cáscara del huevo tuvo mayor significancia en el T1 con 0.217mm. En cuanto a la ganancia de peso presentó similar comportamiento que no fue significativo. A su vez la conversión alimenticia se mostró a favor del T3 (2.59 %), pero no muy lejos del T0 (2.54%), T2 (2.51%), T1 (2.54%). Con estos resultados se concluye que el butirato de sodio a una concentración del 90% tiene efectos positivos sobre el rendimiento productivo de la codorniz, siendo mejor en porcentaje de huevos por día y el grosor de la cáscara del huevo.

Palabras clave: *Codorniz, Butirato de sodio, conversión, huevo, parámetros productivos.*



ABSTRACT

The present study evaluated the effect of sodium butyrate on the productive performance of quail (*Coturnix coturnix japonica*) in the laying stage, carried out in the district of Puente Piedra, Region of Lima, Performed for a period of 10 weeks. 432 female quails were used in the laying period of 35 days of age, distributed in a completely random system of three treatments with five repetitions each, distributed in T0 (Control), T1 (sodium butyrate at 90%), T2 (sodium butyrate at 15%), T3 (70% sodium butyrate). Where percentage of eggs per day, egg weight, egg shell thickness, weight gain, feed conversion were evaluated. Completely randomized block design was used. The results in terms of the percentage of eggs per day there was no significant difference where a numerical difference of 79.28% is seen in T1, unlike the other treatments T0 (77.82%), T2 (75.25%), T3 (71.90%), Egg weight gain resulted significant in T1 (11.99g), eggshell thickness had greater significance in T1 with 0.217mm. Regarding weight gain, it presented a similar behavior that was not significant. In turn, feed conversion was in favor of T3 (2.59%), but not far from T0 (2.54%), T2 (2.51%), T1 (2.54%). With these results, it is concluded that sodium butyrate at a concentration of 90% has a positive effect on the productive performance of quail, being better in percentage of eggs per day and the thickness of the egg shell.

Keywords: *Quail, Sodium butyrate, conversion, egg, production parameters.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Actualmente, la crianza de codornices es una importante opción socioeconómica como generadora de empleo y fuente de proteína para la población (1). El reto es alcanzar una producción masiva, consolidando la calidad del producto, obteniéndolo al menor costo de producción. Sin embargo, se observó que los productores se ven involucrados con el problema del grosor de la cáscara del huevo, que es una gran desventaja para el traslado hacia los mercados debido a que los huevos llegan rajados y no son aptos para la venta es ahí donde se genera pérdidas injustificables, además las aves de codorniz presentan una discontinuidad de postura provocando un retraso en la meta de venta del productor. El butirato de sodio es una alternativa como actúa como promotor de crecimiento que tiene la finalidad de mejorar la productividad de las aves principalmente garantizando una mejora a nivel tracto gastro intestinal en la conversión alimenticia, ganancia de peso, calidad de la cáscara del huevo y crecimiento de las vellosidades intestinales que permite una mayor asimilación de los nutrientes garantizando, así como la calidad del huevo. La utilización de ácido butírico en la alimentación de aves permite obtener un aumento en el ritmo de crecimiento en cuanto los parámetros productivos del huevo de la codorniz. Por tanto, el butirato de sodio actúa como alternativa en la adición del alimento balanceado principalmente beneficiando la salud intestinal de las aves.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será el efecto del butirato de sodio sobre el rendimiento productivo de las codornices (*Coturnix coturnix japónica*) en la etapa de postura?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto del butirato de sodio a diferentes concentraciones sobre los parámetros productivos de la codorniz?
- ¿Cuál será la producción eficiente mediante la utilización del butirato de sodio a diferentes concentraciones al 90%, 70% y 15%?



- ¿A qué concentración mejorará el grosor de la cáscara del huevo de codorniz?

1.2.3 Justificación de la investigación

La crianza de codorniz es una actividad económica con muchos beneficios, niveles de nutrientes, tiempo de producción y mayor resistencia a enfermedades, brindando una alternativa socioeconómica para la población.

(1). Entre las aves, es la que madura más temprano y tiene la tasa de producción de huevos más alta para su peso corporal. La producción de huevos puede llegar entre 250 huevos al año y puede llegar a un máximo de 300 huevos, de manera que tres huevos de codorniz equivalen a un huevo de gallina. Sin embargo, más del 13,23% de proteína contienen estos huevos en valor proteico a diferencia de la gallina que contiene 12.03% de proteína (7). Para lograr una máxima producción de huevos se requieren alimentarse con alimentos balanceados alcanzando los requerimientos adecuados que contengan proteínas, grasas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales (8).

El butirato de sodio es un ácido graso que actúa como promotor de crecimiento estimulando las vellosidades intestinales y ayudando a la mejor formación de los huevos y salud intestinal. Además, estimula el sistema inmune aumentando la inmunidad local específica, a su vez, ejerce acción antiinflamatoria específica en el colon, participa en la secreción de la capa de mucílago y constituye una fuente de energía para los enterocitos y una molécula de regulación importante en la proliferación de éstos (9) . Si bien es cierto el butirato de sodio fue probado en gallinas de postura obteniéndose mejoras en los parámetros productivos principalmente del huevo. Por tanto, se busca verificar estas acciones en codornices lo que permitirá aumentar la productividad garantizando huevos saludables y proteicos, aumento del grosor de la cáscara del huevo, mejoramiento gastrointestinal de las aves y sobre todo para el consumo de la población.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del butirato de sodio sobre el rendimiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en etapa de postura.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de las concentraciones del butirato de sodio sobre los parámetros productivos del huevo de la codorniz.
- Estimar el efecto de las concentraciones del butirato de sodio sobre el peso y conversión alimenticia de la codorniz.
- Estimar la concentración del butirato de sodio sobre el grosor de la cáscara del huevo.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

La suplementación del butirato de sodio mejora el rendimiento productivo en la codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en etapa de postura.

2.2.2 Hipótesis específicas

- La suplementación de butirato de sodio al 90% mejora los parámetros productivos del huevo de la codorniz.
- La concentración del butirato de sodio al 90% en la alimentación de la codorniz incrementa el grosor de la cáscara del huevo.

2.3 Operacionalización de variables

Las variables se muestran de la siguiente manera:

Tabla 1. Variables e indicadores

Variable	Dimensión	Indicador
Variables independientes Butirato de sodio	T0 = Testigo	g
	T1 = Butirato 90%	g
	T2 = Butirato 15%	g
	T3 = Butirato 70%	g
Variables dependientes Parámetros productivos del huevo	Peso del huevo	g
	Grosor de la cáscara del huevo	mm
	Porcentaje de huevos por día	%
Parámetros productivos de la codorniz	Ganancia de peso	g
	Conversión alimenticia	g

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) Se estimó el comportamiento productivo de las codornices en las instalaciones avícolas de la Universidad Nacional de Cajamarca en el distrito y provincia de Cajamarca, bajo el diseño completo al azar con 03 tratamientos: (T1) control (sin aditivos), (T2) con butirato de sodio (0.05%) y el (T3) con zinc bacitracina (0.05%). La duración de la fase experimental fue de 20 semanas en la cual se utilizaron 255 codornices hembras de 40 semanas de edad, de las cuales se tomaron 85 codornices para cada tratamiento y divididas en 5 repeticiones por cada uno. Como resultado se encontró que el porcentaje de postura para el T1, T2 y T3 fueron 69.06 %, 72.35 % y 71.56 % respectivamente; para el parámetro de peso del huevo se obtuvieron los promedios de 11.47 g para T1, 11.77 g para T2 y de 11.62 g para el T3. Los promedios de la masa de huevo se mostraron diferencias con valores de 8.68 g en T1, 8.85 g en T2 y de 8.73 g en T3. Para porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo no se encontraron diferencias estadísticas en los promedios ($P < 0.05$) pero si hay diferencias numéricas con mejores resultados para el T2. Para consumo de alimento, conversión alimenticia, sus promedios son similares entre los tres tratamientos ($P < 0.05$). La mortalidad fue mayor en el tratamiento control con 9.41 %, con respecto al T2 y T3 que obtuvieron 7.06% para ambos tratamientos, mostrándose mejores resultados con el suministro de aditivos. La mejor rentabilidad evaluando los costos de alimentación correspondió al T2 obteniéndose un 31.60 %, seguido del T3 con 28.35 % y finalmente el T1 con 25.32%. Se concluye que el butirato de sodio empleado en 0.05 % en raciones para codornices de 40 semanas de edad, mejora los parámetros productivos y económicos relacionados a costos de alimentación (10).
- b) Se evaluó el efecto del butirato de sodio micro encapsulado (BSM) sobre las variables productivas; se evaluaron 64 codornices de 45 días de edad las cuales se dividieron en 4 grupos. Uno de los grupos recibió una dieta control y otros grupos con niveles de 0.05%, 0.10% y 0.15% de suplementación de BSM durante 30 días. Las variables evaluadas fueron: peso de huevo (PH), incremento de peso (IP), consumo de alimento, conversión alimenticia (CA), porcentaje de mortalidad (%), porcentaje de postura (%) y evaluación económica (beneficio-costos). No se obtuvo diferencias significativas



entre los tratamientos de todas las variables productivas evaluadas ($p>0.05$), aunque cabe aclarar que la dieta con 0.05% de BSM ejerce los mejores efectos positivos en cuanto porcentaje de postura, peso de huevo, conversión alimenticia y costo-beneficio. En conclusión, el BSM es un compuesto nutricional potencial para mejorar parámetros productivos (11).

- c) Se ejecutó en las instalaciones de la granja “Avenort”, en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, con el objetivo de determinar la Influencia del butirato, propionato y bacitracina, en el rendimiento productivo de la codorniz (*Coturnix japonica*), en etapa de postura, se trabajó con 360 codornices hembras, de 30 días de edad, distribuidas en 4 baterías, cada una con 6 jaulas que alojaron 15 codornices, 90 para el tratamiento T0 (testigo sin ninguno de los aditivos), 90 para el T1 (0.50% de bacitracina), 90 para el T2 (0.10% de butirato) y 90 para el T3 (0.10% de propionato). Los parámetros productivos a evaluar fueron: porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, costos y rentabilidad. El porcentaje de postura de las codornices en las 20 semanas de tratamiento fue influenciado favorablemente por el tratamiento (T2) alimentado con butirato encontrándose una producción de 94.63%. El peso del huevo, masa del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad, no fue influenciado favorablemente por ninguno de los tratamientos en estudio. En relación a la rentabilidad, el suministro de butirato (T2) generó el mejor indicador de 23.20% (12).
- d) Se evaluó el comportamiento productivo, calidad del huevo y análisis histológico de vellosidades intestinales de duodeno (largo y ancho) en gallinas de la estirpe Bovans, de 63 semanas de edad, con adición de butirato en la dieta (0, 300, 500 ppm). Los resultados obtenidos en diez semanas de experimentación mostraron respuesta ($P < 0.05$) en porcentaje de postura (86.4, 92.2 y 89.6), peso del huevo (63.4, 63.4 y 64.1 g) consumo/ave/día (111.4, 111.9 y 113.4 g), conversión alimentaria (2.09, 1.95 y 2.03), de micro fracturas (20.8, 14.9 y 12.9), de huevos rotos (2.6, 2.1 y 0.6), longitud de vellosidades (1.15, 1.22 y 1.32 mm) y ancho de vellosidades (0.467, 0.500 y 0.532 mm) a la adición de butirato. Los resultados indican el efecto benéfico del butirato en gallinas ponedoras en el último tercio de su primer ciclo de producción. De la información obtenida en el presente estudio se concluye que el butirato de sodio en dietas a 500 ppm para gallinas Bovans, de 63 semanas de edad, mejora el



comportamiento productivo, la calidad del cascarón y la integridad de las vellosidades intestinales (13).

- e) Se llevó a cabo un experimento con 470 gallinas de la línea ISA-Babcock B380 de 32 semanas de edad, alojadas en pisos con cama de paja de trigo, para estudiar la sustitución del antibiótico promotor de crecimiento (bacitracina cinc 30 ppm) por butirato de sodio (300 g/ton) en la dieta. Los resultados obtenidos en 24 semanas de experimentación fueron similares ($p > 0.05$) entre tratamientos, en: porcentaje de postura (92.6 y 91.9%), peso del huevo (63.0 y 62.9 g), masa del huevo/ave/día (58.4 y 57.7 g), consumo/ave/día (123.6 y 124.3 g), conversión alimenticia (2.11 y 2.15), calidad de la albúmina del huevo (82.9 y 83 unidades), color de la yema (10.3 y 9.9), grosor de cascarón (0.392 y 0.394 mm) y peso del cascarón (6.26 y 8.03 g). De acuerdo con la información obtenida en 24 semanas de experimentación, con gallinas de 32 semanas de edad, la adición de butirato de sodio en el alimento, como sustituto del promotor de crecimiento (bacitracina zinc), fue similar en el comportamiento productivo y la calidad del huevo (14).
- f) Se evaluaron 736 pollos machos Ross 308, distribuidos en cuatro tratamientos, cada uno con ocho repeticiones de 23 animales. El periodo total de evaluación se realizó en seis semanas, dividido en dos fases: fase de inicio (0 a 21 días de vida) y fase de engorde (22 a 42 días). El primer tratamiento (T1) fue el control, el cual no se suministró el aditivo. El segundo tratamiento (T2) fue suministrado desde el día 0 al día 7 a razón de 600 g/tonelada. El tercer tratamiento (T3) se suministró del día 0 al 21 utilizando la misma fórmula de mezcla y por último el cuarto tratamiento (T4) fue suministrado del día 0 al 42. No se observó diferencia estadística significativa entre la inclusión de butirato y parámetros zootécnicos como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, de igual forma no se encontró en las medidas alométricas. Se presentó un efecto positivo en la inclusión de este aditivo en la dieta, disminuyendo el porcentaje de mortalidad durante la etapa de engorde de las aves del día 1 a 21 en el T3 (15).
- g) Se determinó el efecto del butirato de sodio (BS) sobre número de huevos, peso de huevo y número de pollitos BB nacidos, se utilizó 1200 gallinas reproductoras de 60 semanas de edad que fueron distribuidos en tres grupos y alimentadas con uno de los siguientes tratamientos; A (0g BS/t; Grupo control), B (300g BS/t) y C (500g BS/t). Los datos fueron colectados durante 6 semanas y procesados con el programa SPS



versión 20. Los resultados hallados en número de huevos fue 319, 339 y 333 y para los tratamientos A, B y C respectivamente ($P>0,05$). El peso de huevos para el tratamiento C fue 70,9g ($P>0,05$) respecto al tratamiento B (70,7g) y A (70,6g). El promedio de nacimientos de pollo BB de primera fue 1413 (A), 1451 (B), 1478 (C) ($P>0,05$). Los resultados indican el efecto de la inclusión del butirato de sodio en la alimentación de gallinas reproductoras Cobb 500 sobre el número de huevos, peso y número de pollitos BB en la última fase del ciclo productivo (16).

3.2 Marco teórico

3.2.1 La codorniz

La codorniz es originaria de China y Japón, que fue domesticada en la década 600 D.C. por la dinastía japonesa ya que los machos atraían con su hermoso cantar (17). Llegaron al Perú hace 20 años, denominándose inicialmente como aves exóticas. Se hicieron conocidas rápidamente debido a la amplia gama de investigaciones que se podrían hacer principalmente sobre su explotación extensiva como es el huevo. Sin embargo, debido a las pequeñas crías llegaron a mediana escala. El interés repercutió principalmente por los huevos y su alto valor nutricional para la alimentación (2). La codorniz representa al superior rendimiento productivo en la postura por unidad de peso vivo al doble de la gallina ponedora (18). Según (2), definió que taxonómicamente la codorniz, expone la siguiente clasificación:

Reino	: Animal
Phylum	: Chordata
Sub Phylum	: Vertebrata
Clase	: Aves
Sub clase	: Carinados o Neornitos
Orden	: Gallinaceas
Familia	: Phasianidae
Sub familia	: Pernicia
Genero	: Coturnix
Especie	: Coturnix coturnix
Nombre científico	: Coturnix coturnix japónica
Nombre común	: Codorniz

3.2.1.1 Características de la codorniz

Son aves pequeñas, precoces, los machos alcanzan su madurez sexual entre los 35 y 45 días y las hembras alrededor de los 45 días, momento en que se inicia su postura. El periodo de incubación es de 16 a 17 días, naciendo las crías con un peso de 10g. A los 2 meses las hembras alcanzan un peso de 140g y los machos de 120g, desde que nacen hasta esta fecha cada uno consume un promedio de 500g de alimento concentrado (19). La codorniz macho se caracteriza por presentar la garganta de color canela o marcada con algo de negro en la barbilla, color canela llega hasta las mejillas y el abdomen. La hembra es de color crema claro durante toda su vida (20). Se diferencian a partir de la 2da o 3ra semana de edad por el tono rojizo del pecho, el pecho es alargado con un abdomen prominente, es esbelta con movilidad sobre el cuello ya que no presenta cresta (21). Tal como sería un ave de postura, ya que entra en muda constantemente, adaptándose en casi la mayoría de los pisos ecológicos y además siendo recomendable a ambientes que oscilen entre 18 a 27°C y humedad de 55 a 60% (22). El peso de la codorniz al nacimiento oscila entre 6.5 y 7g y antes de llegar a los 45 días llega a pesar 120g que a diferencia de los machos pesan menos del 10-20% del peso de la hembra (23).

3.2.1.2 Sistema reproductivo de la hembra

La codorniz hembra presenta dos ovarios, dos oviductos y la cloaca (Tabla 2), solo se desarrolla la parte izquierda del sistema reproductivo como el ovario y el oviducto, quedando el lado derecho atrofiado (24). Lo mismo ocurre con (25), quien afirma que la codorniz, como las demás aves domésticas, manifiestan el desarrollo del ovario y oviducto izquierdo, quedando los del lado derecho como estructuras rudimentarias y no funcionales. El ovario se ubica en la parte superior de la cavidad abdominal, por delante y debajo de los riñones, y se relaciona cranealmente con los pulmones y caudalmente con la molleja.

Tabla 2. Morfología interna del aparato reproductor femenino de la codorniz (26)

Órgano	Características
Ovario	El ovario es similar al de la gallina de postura. Se localiza sostenido por el ligamento, el mesovario, que lo conserva tenso y alejado del hígado y aparato digestivo. Se ha demostrado que, a partir del tercer o cuarto año, el ligamento se relaja o reduce su postura.
Oviducto	Está formado por un conducto que mide 20-25 cm de largo y termina en la cloaca, sostenido a la columna vertebral y las costillas. Dos ligamentos que impiden que el oviducto se tuerza a pesar de los movimientos del huevo.
Cloaca	Es un órgano fundamental para la fecundación y para la expulsión del huevo (puesta). Consta de tres partes: Protoceo, Coproceo y Uroceo.

La codorniz es de mayor precocidad sexual logrando al periodo de postura a los 45 días de haber nacido y llegando al pico de postura a los 70 días, lo que es equivalente al comienzo de postura a muy temprana edad. Presentan una capacidad genética hasta de 1.5 huevos diarios lo que la hace la más productiva de las aves (3). Comparado con (27). Quien afirma que las codornices llegan a su madurez sexual a las 5 o 6 semanas de edad (35 a 42 días) en los machos y a los 40 días las hembras para la puesta de huevos. De modo similar (28). Indica que los machos obtienen su madurez sexual a las 5-6 semanas de nacidos, es decir de 35 a 42 días y las hembras comienzan su postura a los 40 días de nacidas. El peso de 110 a 120g lo obtiene al llegar su desarrollo y para ello solo se estiman 8 semanas. La frecuencia de ovulación es de 26 horas al inicio de su vida fértil alcanzando progresivamente a medida que el animal va envejeciendo (19).

3.2.1.3 Producción de huevos

La producción de huevos inicia a partir de los 45 días de edad (29). La codorniz pone 300 huevos al año, el huevo alcanza el 8% del peso vivo del ave y pone entre dos a tres veces más que una gallina, esto se debe a que alcanza su madurez sexual temprana y el pico de producción suele ser a las 8-9 semanas (30). Lo mismo ocurre con (21), que afirma que las hembras son muy eficientes hasta por 3 años. Después decrece su postura, su producción es de unos 300 huevos por año y tienen un peso promedio de 10g. Además, los huevos de codorniz son más ricos en vitaminas y minerales siendo excelentes ponedoras con una media de 23 a 25 huevos por mes y 250 a 300 huevos por año. Con un peso promedio de 10-12g, pueden llegar hasta 15g, para producir huevos para el mercado no necesita el apareamiento con el macho (3). El desarrollo del huevo se realiza de la siguiente manera:

a) Formación del huevo

La codorniz posee aproximadamente 3000 óvulos, un menor porcentaje llegan a desarrollarse y a formar una yema. La formación de la yema comienza a partir de un óvulo, formada por una membrana folicular, y se almacena en el infundíbulo, en donde el óvulo será fecundado, primera estructura del oviducto; los espermios son recolectados en el infundíbulo y se van liberando al paso de la yema, este proceso ocurre si hay o no fecundación (24).

b) Estructura externa del huevo

1. Forma

La forma del huevo es ovoide, son de forma alargada, redondeada o tubular, hasta mantener con regularidad su postura. En algunas codornices es persistente ya que algunas pueden presentar problemas con el aparato genital, lo que no es recomendable para la incubación (31).

2. Resistencia

Comprende lo fuerte que puede ser el huevo ya sea en el transporte, manejo, caídas, etc. Depende de la cáscara, de la membrana que lo recubre, su resistencia es de 1 a 3kg. (32).

3. Cáscara

Está compuesto por minerales como el carbonato de calcio, magnesio, citrato sódico; la cascara es porosa por lo que puede haber intercambio de gases con el medio exterior, es por ello que, al estar almacenado, ingresa aire y el volumen de la cámara de aire crece en la cáscara y en las membranas, indicando que hay una menor frescura en el huevo (33). El grosor de la cáscara del huevo es la incubabilidad el cual se evaluó indirectamente, en su mayoría encontraron una relación entre grosor del cascarón y la incubabilidad, siendo así los espesores de la cascara de huevo que oscilan entre 0,24 y 0.36mm (34).

3.2.1.4 Composición nutricional del huevo de codorniz

El huevo de codorniz es un alimento rico en carotenos y vitaminas, así como la colina, ácido fólico y además la vitamina B12 encontrándose en la yema, además encontrándose la biotina, ácido pantoténico, vitamina B1 y B6 (35). El huevo de codorniz se considera un alimento altamente nutritivo, mejora al organismo en la formación de huesos y dientes, por su alto contenido de hierro que incrementa su resistencia en la prevención de enfermedades principalmente la anemia (35). Por lo anterior se destaca el perfil de composición nutricional del huevo de codorniz (Tabla 3). Por tanto, el huevo de codorniz es ideal y de mejor alternativa al del huevo de gallina (36). Detallando en el cuadro comparativo (Tabla 4).

Tabla 3. Composición nutricional del huevo de la codorniz (73)

Estructura del huevo de codorniz		Composición mineral del huevo de codorniz	
Yema	42.3 %	Calcio	0.08%
Clara	46.1%	Fosforo	0.22%
Membrana	1.4%	Cloro	0.13%
Cascara	10.2%	Potasio	0.14%
Agua	73.9%	Sodio	0.13%
Proteínas	15.6%	Azufre	0.10%
Grasas	11.0%	Hierro	0.031%
Sales minerales	12.2%	Manganeso	0.33%

Tabla 4. Comparación de la composición nutricional entre el huevo de codorniz y huevo de gallina (7)

Características	Codorniz	Gallina
Proteína	13.23 %	12.03%
Grasas	10.83%	12.30%
Calcio	59%	58.5%
Fosforo	220%	237.9%
Hierro	3.8%	2.25%
Vitamina A	300%	221%
Tiamina	0.12%	0.09%
Riboflavina	0.85%	0.32%
Niacina	0.1%	0.09%
Ácido nicotínico	0.1g	0.001g
Calorías	108K/cal	183K/cal
Agua	74.6%	50%
Colesterol	76 a 90 mg	201 a 400mg

3.2.2 Alimentación y nutrición

La codorniz es muy valorada por sus huevos ya que se encuentran por debajo del contenido de colesterol y alto índice proteico (37). Ha ido mejorando para una eficiente producción de huevos nutritivos, mejor calidad y con menor contenido de colesterol (38). Cada codorniz ingiere 23g de alimento, el peso promedio para iniciar la postura es de 110 a 115g (39). Por otro lado (3), sugiere que la cantidad de consumo en la codorniz es de 22-25 gramos por día. Entre los principales nutrientes tenemos:

a) Proteína

La proteína genera los aminoácidos para el crecimiento de los tejidos y la producción de huevos. Se estima que la proteína en la dieta de la codorniz está influenciada por el contenido de energía metabolizable, lo que ha demostrado que el nivel de proteína cruda en la dieta del 24% es necesario en una dieta de iniciación para las codornices y esto se puede reducir al 20% para la tercera semana de vida de la codorniz (40), que a diferencia de (41). Los valores de proteína bruta y energía metabolizable aprovechados en la alimentación de codornices son contrastantes, 18% de proteína bruta (PB).

b) Energía y principales componentes nutricionales

La cantidad de alimento ingerido depende del contenido de energía metabolizable, la edad, el estado reproductivo y la temperatura ambiente. El requerimiento energético en regiones templadas es de 2600 a 3000Kcal de EM (42). Mientras que en regiones tropicales su requerimiento energético es de 2800 Kcal de EM para codornices en crecimiento (43). Sin embargo, se recomienda 2.550 Kcal de EM para las codornices en etapa de postura (55). Lo mismo menciona (44), en etapa de postura requiere energía metabolizable de 2.9 Mcal/ Kg., Proteína de 20%, 2,93%, calcio 3%, Sodio 0.14%, Fósforo 0.37% requiere una cantidad de consumo al día de 22 – 25g. Al igual que, (45) donde indica que la EM es de 2.900Kcal/Kg. de alimento, 20% de PC; 1% de lisina; 0.45 % metionina; 2,5% de calcio y 0,35% de fosforo. Sin embargo (46), recomienda una dieta de 2600-2800 Kcal. EM/Kg. De 13 a 18.5 % de PC y 3,4 a 4% de minerales para las codornices de postura. Para la codorniz japónica la

recomendación es de 24-27% de proteína bruta durante las tres semanas de vida y entre 17-22% desde la 3ra semana hasta el sacrificio (47). Se sabe que la codorniz requiere de requisitos nutricionales, por razones obvias no es aconsejable alimentar a las codornices con el mismo alimento de las gallinas y los pollos, ya que las codornices requieren más proteínas (aminoácidos) y menos calcio en la alimentación (32). Así como indica la (Tabla 5). Para su obtención de buenos resultados. Existen tres macro minerales muy importantes en las aves como el fosforo (P), Calcio (Ca) y sodio (Na). Las necesidades de Ca y P disponible establecen los niveles de 2,50% y 0,35% (60). Los niveles de Na al 0,12% tanto en crecimiento como es la postura (43).

c) Requerimiento de nutrientes

La codorniz presenta una acción metabólica con elevadas necesidades nutricionales durante la primera fase de vida (60). Durante la etapa inicial (los primeros 14 días) la codorniz sextuplica su peso inicial, debido al crecimiento de los huesos y como principal en los músculos pectorales (32).

Tabla 5. Requerimiento de nutrientes en diferentes etapas de la codorniz (48)

Nutriente	Inicio y Crecimiento	Postura
Proteína cruda %	24.00	20.00
Calcio %	0.80	2.50
Fosforo %	0.30	0.35
Lisina %	1.30	1.00
Metionina %	0.50	0.45
Cistina – metionina %	0.75	0.70

Tabla 6. Requerimientos nutricionales de la codorniz en etapa de postura (3)

Composición nutricional %	Aporte nutritivo
Energía metabolizable	2.9
Proteína cruda	20.00
Fibra cruda	2.93
Lisina	1.17
Metionina	0.45
Metionina – cistina	0.70
Arginina	1.26
Treonina	0.84
Triptófano	0.24
Calcio	3.00
Fosforo disponible	0.37
Sodio	0.14

3.2.3 Butirato de sodio

Es uno de los ácidos grasos de cadena corta más comunes, producido por la fermentación bacteriana anaeróbica en el colon y el rumen de humanos y animales, y pertenece a una clase de ácidos carboxílicos que consta de cuatro átomos de carbono llamado ácido butírico. El carbono terminal es el carbono carboxilo del grupo carboxilo (-COOH), un grupo funcional de un ácido carboxílico, también conocido como ácido 1-butírico. El enlace de iones de hidrógeno del grupo hidroxilo (-OH) está suelto y se puede reemplazar. En solución, el ácido butírico pierde sus iones de hidrógeno para formar iones de butirato. ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$). El butirato de sodio es la sal de sodio del ácido butírico, que contiene un átomo de sodio en lugar de un hidrógeno del grupo -OH. Estructura del ácido butírico (32). Las propiedades del ácido butírico y su efecto a nivel gastrointestinal se han reconocido desde tiempos atrás, sin embargo, hay muchos estudios con resultados más resaltantes (49). La absorción del butirato ocurre en el intestino grueso para proporcionar energía a las células epiteliales, promover el sodio y la absorción del agua. Afecta el crecimiento y la diferenciación de las células epiteliales (50). Aumenta el índice de proliferación en las criptas intestinales no presentando efecto

negativo en el metabolismo animal, sumados al propionato y acetato (51). Además, sirve como una fuente de energía para las células intestinales mediante el aumento de la eficiencia de absorción y la capacidad para la regeneración del epitelio intestinal, y por consiguiente mejorando los índices zootécnicos para crecimiento (52). Si bien es cierto el butirato tiene un efecto protector en el intestino, además de ser un estimulante del desarrollo intestinal (5).

3.2.3.1 Mecanismo de acción

El butirato de sodio en el medio exterior se encuentran en su forma no disociada (Figura 1), lo cual favorece su difusión a la bacteria; el pH del citoplasma permite que el ácido se disocie y libere su ion hidrógeno (H^+) formando la anión ácido ($RCOO^-$), acidificando el citoplasma bacteriano y con esto formando problemas metabólicos, cambios conformacionales en las proteínas estructurales, en las enzimas, en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos (53) (54). En consecuencia, la bacteria emplea mecanismos de defensa como bombas de eflujo que consumen su ATP, llevándola a la muerte. Gracias a la capacidad de eliminar bacterias, acompañada de la seguridad que presupone su uso para la industria alimentaria, los ácidos orgánicos en las últimas décadas han sido empleados como un aditivo en la alimentación de animales de producción como aves y cerdos con miras en la disminución del uso de antibióticos promotores de crecimiento (55), (24).

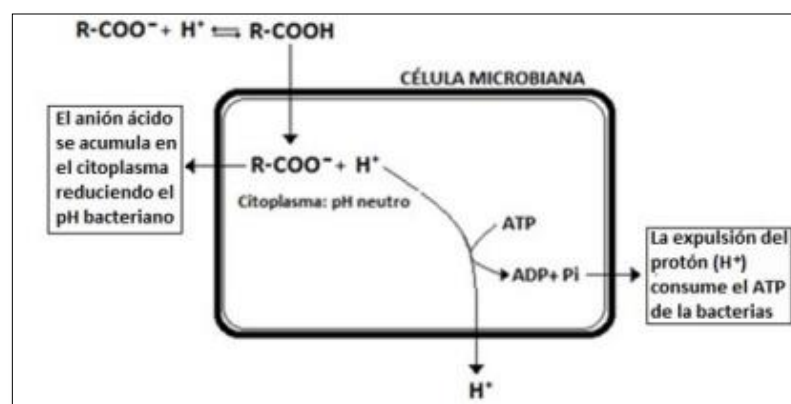


Figura 1. Mecanismo de acción bactericida de los ácidos orgánicos (55)

3.2.3.2 Metabolismo celular

El ácido butírico presenta efectos a nivel del metabolismo celular del tracto gastrointestinal principalmente como fuente de energía para las células de la mucosa intestinal, además de presentar efecto trófico sobre las micro vellosidades intestinales, es decir mayor altura de las vellosidades (56). El aumento de la absorción del calcio soluble luminal y sodio, revela efecto trófico sobre la mucosa intestinal y mucosa gástrica (57). Generalmente se admite que la producción de huevo y la calidad del cascarón disminuyen conforme avanza la edad y el ciclo de producción de las gallinas es mayor. Es probable que por falta de ácido butírico sea menor la altura de las vellosidades intestinales en el duodeno, se reduzca la digestión y absorción de nutrimentos para producir huevo y formar el cascarón (11). Si la salud del intestino y sus funciones están perjudicadas, la digestión y la absorción se ven afectada (58).

3.2.3.3 Eficacia en el tracto gastrointestinal

A nivel del intestino se llevan a cabo la digestión y absorción de nutrientes. La fermentación de nutrientes se lleva a cabo en el ciego donde no son absorbidos y es así que mantienen la microbiota intestinal (70).

Se ha probado que la liberación temprana de productos de butirato de sodio en el intestino delgado logra aumentar la digestibilidad de los nutrientes y estimula el crecimiento y desarrollo de las vellosidades a su vez teniendo un efecto inhibitorio sobre las bacterias patógenas intestinales (59). Por ende, el incremento de secreción de enzimas pancreáticas ejerciendo acción sobre la mucosa intestinal y su acción antimicrobiana (60).

3.2.3.4 Micro flora intestinal

El butirato de sodio es un bactericida selectivo debido a su acción de reducir el pH del buche y la molleja y en la parte superior del intestino, controlando bacterias dañinas como *Salmonella* spp. *Escherichia coli* y *Campylobacter jejuni* (61).



3.2.3.5 Efecto bactericida

Después de que el butirato de sodio se convierte en ácido butírico, tiene la posibilidad de ingresar al medio bacteriano. Pared celular principalmente por difusión (62), que genera toxicidad en el interior la célula bacteriana (63). Resultando en enzimas esenciales desnaturalizantes dentro de la célula (64). En última instancia, lo que provoca la muerte de las bacterias.

3.2.3.6 Butirato de sodio en aves

El butirato de sodio en aves es reconocido por su efecto directo sobre la secreción de mucina, principalmente como efecto antibacteriano sobre gram negativos como *E. coli* y *Salmonella* spp y gram positivos como *Clostridium* spp (6). Además, actúa como estimulante del sistema inmune no específico mediado por macrófagos aumentando así la inmunidad (65). Algunos de los ácidos orgánicos más importantes son los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), en particular el butírico, formado por el microbiota intestinal (la mayoría bacterias probióticas) en el colon de humanos, animales y en el rumen a partir de la fermentación bacteriana anaeróbica de la fibra, proteínas y de almidón no digerido, que juega un papel importante en la fisiología y el metabolismo tanto del rumen como del intestino y en la mucosa ruminal e intestinal (11). Además de su actividad antineoplásica, el butirato de sodio induce cambios en la morfología celular, modifica la expresión de genes celulares, regula la acción hormonal y los receptores de hormonas, así como los receptores de los factores de crecimiento. Finalmente, el butirato puede mejorar la salud y el crecimiento de los animales e incrementar los beneficios económicos de los productores. Aumenta de una manera significativa el consumo de pienso y reduce el pH en el tracto gastrointestinal, además actúa en contra de las bacterias perjudiciales y estimula el crecimiento del animal, dando como respuesta efectos favorables en los parámetros productivos en aves de producción (66). A nivel de la morfología intestinal, los rasgos característicos del tracto digestivo de un ave para las funciones óptimas incluyen grandes áreas de superficie cubierta con vellosidades sanas largas que tienen criptas poco profundas (67). Las vellosidades largas y las

criptas poco profundas proporcionan una superficie más amplia para la absorción de nutrientes y baja tasa de renovación, lo que permite la producción eficiente de enzimas y la maduración de las células intestinales (68). El ciego es el lugar donde se realiza la fermentación de nutrientes no absorbidos y mantiene el equilibrio de la microbiota intestinal (69). El destino final del butirato de sodio en aves se disuelve y forma ácido butírico tras su ingestión, como el buche, el proventrículo y la molleja tienen un pH ácido, permiten que el ácido permanezca en su forma no disociada. Modula la expresión del gen en las células caliciformes, lo que mejora las propiedades de la capa de moco y por tanto la protección de la molleja (Figura 2). Cuando el ácido butírico entra en el intestino delgado proximal, se disocia en butirato e iones de hidrógeno. Aquí el ácido es fácilmente absorbido por los enterocitos a través de la difusión pasiva y se utiliza para aumentar la longitud de las vellosidades y el recambio celular. También puede ser absorbido como fuente de energía (32). Por ello, es necesario usar el butirato de sodio en una forma tal de protegerlo de la disociación, por lo que las formas del butirato de sodio con recubrimiento (9).

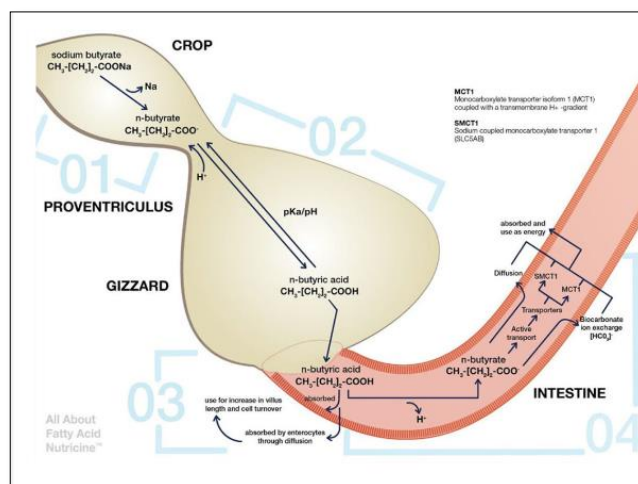


Figura 2. Conversión del butirato de sodio en ácido butírico en el intestino del ave y su absorción (64)

3.2 Marco conceptual

- a) **Butirato de sodio.** Son ácidos grasos de cadena corta (AGCC) son producidos en el aparato gastrointestinal, en particular en el colon. Contienen de 2 a 6 átomos de carbono, siendo los principales el ácido acético, el propiónico y el butírico. Se producen de forma típica por la fermentación de la fibra dietética por parte de la microbiota intestinal (15).
- b) **Proteína.** Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde su papel catalítico (enzimas) hasta su función en la motilidad corporal (actina, miosina), pasando por su papel mecánico (elastina, colágeno), de transporte y almacén (hemoglobina, mioglobina, citocromos), protección (anticuerpos), reguladora (hormonas) (70).
- c) **Producción.** Es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes (71).
- d) **Nutriente.** Los nutrientes son compuestos que forman parte de los alimentos y los obtenemos por medio del proceso de la digestión. Se clasifican los nutrientes en: macronutrientes: proteínas, lípidos e hidratos de carbono, micronutrientes: vitaminas y minerales; se encuentran en concentraciones mucho menores en los alimentos y nuestro organismo los necesita en cantidades menores.
- e) **Parámetros productivos.** Tienen una importancia crucial en toda explotación pecuaria ya que sin ellos es difícil tomar decisiones y como consecuencia ningún sistema de producción sería eficiente. Los parámetros productivos tienen una importancia crucial en toda explotación pecuaria ya que sin ellos es difícil tomar decisiones y como consecuencia ningún sistema de producción sería eficiente. Se calculan con base a los datos del comportamiento productivo, ejemplo, cantidad de huevo, peso corporal, huevos producidos por ave, porcentaje de producción, conversión alimenticia entre otros (72).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es experimental y longitudinal. Nivel de investigación aplicativo.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño es aplicado a la investigación experimental.

4.3 Población y muestra

La granja cuenta con una población total de 5000 codornices hembras (*Coturnix coturnix japónica*) y la muestra se utilizará por conveniencia de 432 codornices hembras en edad reproductora de 35 días de edad conformada por 3 tratamientos (T1, T2, T3) y un testigo T0, cada uno con 5 repeticiones.

Tabla 7. Distribución de codornices de experimentación

Jaula (bloques)	T0	T1	T2	T3
1	18	18	18	18
2	18	18	18	18
3	18	18	18	18
4	18	18	18	18
5	18	18	18	18
6	18	18	18	18
Sub total	108	108	108	108
Total	432			

T0(Alimento balanceado), T1(Concentración de butirato de sodio 90%), T2(Concentración de butirato de sodio 15%), T3(Concentración de butirato de sodio 70%). El butirato de sodio fue adicionado al alimento.



4.4 Procedimiento

4.4.1 Ámbito de la experimentación

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Puente piedra por un periodo de 10 semanas. El distrito se encuentra ubicada en la parte Norte de la Provincia de Lima, Región de Lima en temporada de verano. Localizado a 186 m de altitud, con superficie de 57,00 km² y coordenadas geográficas (Latitud: -11.8667, Longitud: -77.0769) Limita al norte, con el distrito de Ancón; al este, con el distrito de Carabayllo; al sur, con el distrito de Comas y con un clima árido, la temperatura durante el día es de cálida y no es probable que llueva. La temperatura media anual en Puente Piedra es 22° y la precipitación media anual es 11mm. No llueve durante 336 días por año, la humedad media es del 80%.



Figura 3. Localización del área de estudio

4.4.2 Labores previas a la experimentación

En primer lugar, se realizó la limpieza de las paredes, pisos, lavar los comederos, bebederos que serán desinfectados con hipoclorito de sodio al 5 %, para luego proseguir con la debida fumigación con un viricida de tres días después de la g/ 20 litros de agua, finalmente esperar hasta por 3 días debido a la fumigación.

4.4.3 Levante y postura de las codornices

Una vez hayan cumplido los 35 días de edad se procedió con el levante de las codornices en las diferentes jaulas llamadas en conjunto como baterías. Para ello se realizó el pesaje homogenizado utilizando una balanza electrónica en las aves de codorniz.

4.4.4 Instalación y preparación del alimento

Con la finalidad de brindarles un fotoperiodo de luz adecuada, el galpón a estado provisto de focos de luz blanca de 50 watts y un controlador automático de encendido y apagado de los focos conocido como “timer”. Para la elaboración de las dietas experimentales se utilizó una balanza electrónica con capacidad máxima de 30 kg para el pesado de los insumos mayores y una balanza con capacidad máxima de 3 kg para el pesado de los aditivos, para el mezclado de éstos se utilizó una mezcladora horizontal tipo cintas con capacidad máxima de 500 kg.

4.4.5 Identificación de tratamientos

La distribución de tratamientos fue del siguiente modo: T0 (control-rojo), T1 (tratamiento 1- azul), T2 (tratamiento 2- amarillo) y T3 (tratamiento 3-blanco). Cada tratamiento contiene un total de 108 codornices y sub divididas en 18 aves por jaula, con cinco repeticiones.

4.4.6 Elaboración y descripción de la alimentación

La elaboración del alimento se realizó en la molinera GyH en Puente piedra, cada tratamiento se mezcló por separado; para el T1 al 90 % de butirato de sodio de concentración, mezclada con el alimento balanceado, de igual manera para el T2 y T3 al 15% y 70% de butirato de sodio de concentración añadida al alimento balanceado. El suministro del alimento fue a partir de las 7am y en la tarde 3pm, el consumo diario de ave por día es de 25g, el horario de alimentación fue suministrada dos veces al día (50% de la ración en la mañana = 0.225g por jaula y 50% en la tarde = 0.225g). Una vez realizado la distribución del alimento se prosiguió a la recolección de huevos por jaula y para realizar la medición de los huevos se eligió tres huevos al azar de cada jaula. Finalmente se realizó el peso



total de huevos recolectados por jaula. El agua fue *ad libitum* a través de los bebederos automáticos.

4.5 Técnica e instrumentos

4.5.1 Estimación de parámetros productivos de la codorniz

a) Peso del huevo

Se tomaron una muestra de 3 huevos de cada jaula al azar diariamente y estos fueron pesados (g), sumados y divididos entre 3. Se sumaron estos pesos promediados en el tiempo de duración de la experimentación, luego se dividieron entre 63, obteniéndose el peso promedio de huevos por ave. Los huevos fueron recolectados por la mañana (7:40 am.) después de darles su alimento y la otra recolección fue al mediodía, ya que algunas codornices se demoraban en poner su huevo. Una vez recolectado los huevos, se realizó el pesaje total de huevos por jaula. Para determinar el peso promedio de huevos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso del ave (g)} = \frac{\text{Peso total del huevos}}{\text{Numero de huevos}}$$

b) Grosor de la cáscara del huevo

Se tomaron una muestra de 3 huevos de cada jaula diariamente y a cada uno de estos se les midió el grosor (mm), los cuales fueron promediados. Estos valores fueron acumulados durante el tiempo de experimentación y luego divididos entre 63 días, con lo que se obtuvo grosor de la cascara por ave por día.

c) Porcentaje de huevo por día

El número de huevos puestos en una jaula se dividió entre el total de aves de la jaula, este valor se ha sumado durante los días del experimento y se dividido entre 63 días obteniéndose el porcentaje de huevos por jaula por día (o también porcentaje de huevos por día). La estimación del porcentaje de postura de huevos fue estimado a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Porcentaje} = \frac{\text{Numero de huevos producidos}}{\text{Numero de aves en jaula}} \times 100$$

d) Ganancia de peso

Antes de iniciar el experimento se registraron los pesos vivo inicial de tres aves por jaula, similarmente se procedió para el peso vivo al final del experimento; con esta información se obtuvo la ganancia de peso vivo para el cual, del valor del peso final se restó el peso inicial, el valor obtenido fue dividido por el tiempo que duro el experimento (63 días). Dado que los valores no ajustaban supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza, se utilizó la Prueba de Kruskal-Wallis con el propósito de encontrar diferencias entre los tratamientos. La ganancia de peso se obtuvo de la siguiente manera: se realizó el pesaje de las aves de codorniz en dos momentos, al inicio y al final de la prueba, y la determinación de la ganancia de peso promedio se hizo con la siguiente formula:

$$\text{Ganancia de peso} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Numero de semanas}}$$

e) Conversión alimenticia

El consumo de alimento se estimó, a través de la diferencia entre el alimento suministrado y el sobrante en cada jaula; por otro lado, se calculó la masa del huevo utilizando el peso promedio de los huevos por la cantidad de huevos producido en esa jaula. Seguidamente se dividió el consumo de alimento entre la masa del huevo, este valor fue acumulado y luego dividido entre 63 días. La conversión alimenticia es una medida de eficiencia productiva, se determinará semanalmente por jaula (unidad experimental) por tratamiento, se evalúa mediante la relación:

$$\text{Conversion alimenticia} = \frac{\text{Consumo del alimento}}{\text{Peso del huevo}}$$



4.6 Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante un análisis bloque completo al azar, que incluía tres tratamientos y un control, así como seis bloques. Cada tratamiento estuvo compuesto por 108 aves. La diferencia de medias para cada uno de los parámetros se realizará por medio de la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 0.05. Se verifico el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza. El método estadístico que se ha empleado fue el diseño de bloque completo al azar del siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{para } i= 1, \dots, a, \quad j= 1, \dots, b$$

Dónde:

μ es la media general

β_j es el efecto del j-ésimo bloque

τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} es el efecto del error experimental aleatorio.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Peso del huevo

La (Tabla 8) muestra que los tratamientos o dietas con suplementación de butirato de sodio ($P < 0.05$) afectaron el grosor de la cáscara de huevo de las codornices. De modo que, utilizando los tratamientos 1, 2 y control se obtuvieron los mejores pesos de huevo de codorniz (11.99 a 11.70 g) que con el tratamiento 3 (11.63g).

Tabla 8. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre el peso del huevo de codornices

Tratamientos	n	Peso del huevo		Significancia ($P > 0.05$)
		Media	DS	
T1	6	11.99	0.23	a
T2	6	11.89	0.25	ab
T0	6	11.70	0.17	ab
T3	6	11.63	0.23	b

T0= Testigo, T1= Butirato de sodio al 90%, T2= Butirato de sodio al 15 %, T3= Butirato de sodio al 70%. ab =Las letras indican que existe diferencia significativa ($P > 0.05$).

5.1.2 Grosor de la cáscara del huevo

Los resultados de la (Tabla 9), muestran que el grosor de la cáscara huevos de las codornices fueron afectados por los tratamientos ($P < 0.05$), donde la alimentación de codornices con el tratamiento1 (suplementación de butirato de sodio a una concentración de 90%) tuvo el mayor grosor de la cascara (0.217 mm) que los demás tratamientos (control, tratamientos 3 y 2).

Tabla 9. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre el grosor de la cáscara de huevo de codornices

Tratamientos	n	Grosor de la cáscara del huevo		Significancia (P > 0.05)
		Media	DS	
T1	3	0.218	0.001	a
T3	3	0.215	0.002	b
T0	3	0.215	0.002	b
T2	3	0.214	0.001	b

T0= Testigo, T1= Butirato de sodio al 90%, T2= Butirato de sodio al 15 %, T3= Butirato de sodio al 70%. ^{ab} Las letras indican que existe diferencia significativa (P>0.05).

5.1.3 Porcentaje de huevos por día

Los resultados indican que no hay efecto significativo tanto de los tratamientos (P-valor= 0.3814) como de los bloques (p-valor = 0.3814) sobre el porcentaje de huevos por día (Anexo, Tabla 15). En la Tabla 10, se aprecia que cada uno de los tratamientos que contenían un nivel de butirato de sodio produjo un similar porcentaje de huevo por día; aunque, se aprecia una jerarquía numérica del tratamiento1, el mismo que tiene una variabilidad muy estrecha.

Tabla 10. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre el porcentaje de huevos por día en codornices

Tratamientos	n	Porcentaje de huevos por día		Significancia (P > 0.05)
		Media	DS	
T1	6	79.28	2.74	a
T0	6	77.82	7.91	a
T2	6	75.25	8.56	a
T3	6	71.90	6.49	a

T0= Testigo, T1= Butirato de sodio al 90%, T2= Butirato de sodio al 15, T3= Butirato de sodio al 70%.



5.1.4 Ganancia de peso

Aunque todos los niveles de suplementación de butirato de sodio, según la (Tabla 11), produjeron ganancias de peso menores al control, estas no fueron significativas ($P > 0.05$), de modo que todos los tratamientos aplicados incluido el control, tuvieron un comportamiento similar frente a la ganancia de peso de las codornices.

Tabla 11. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre la ganancia de peso en codornices

Tratamiento	n	Ganancia de peso (g)		
		Media	DS	($P > 0.05$)
T0	3	-0.003	0.017	a
T1	3	0.003	0.018	a
T2	3	0.009	0.018	a
T3	3	0.026	0.017	a

T0= Testigo, T1= Butirato de sodio al 90%, T2= Butirato de sodio al 15 %, T3= Butirato de sodio al 70%.

5.1.5 Conversión alimenticia

Se aprecia que las conversiones alimenticias de las codornices no se vieron afectadas por la suplementación de la dieta con niveles de butirato de sodio ($P > 0.005$), aunque se encontró una diferencia numérica a favor del tratamiento T3.

Tabla 12. Efecto de dietas con suplementación de butirato de sodio sobre la conversión alimenticia en codornices

Tratamientos	n	Conversión de alimento a huevo		
		Media	DS	($P > 0.05$)
T3	6	2.59	0.28	a
T0	6	2.54	0.14	a
T2	6	2.51	0.10	a
T1	6	2.51	0.10	a

T0= Testigo, T1= Butirato al 90%, T2= Butirato al 15 %, T3= Butirato al 70%; n= Repeticiones; a = Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($P < 0.05$). DS= Desviación estándar.



5.2 Discusión

El efecto de los 3 tratamientos con butirato de sodio sobre el rendimiento productivo de la codorniz, realizado para ganancia de peso, conversión alimenticia, porcentaje de huevos por día, peso del huevo y grosor de la cascara del huevo se observó que el T1 tuvo el resultado más significativo frente a los tratamientos: T2, T3. Esto se debe a que se utilizó el butirato de mayor concentración 90% adicionado en el alimento balanceado. Demostrando presentar efectos favorables en los parámetros productivos en aves de producción (66). Cumpliendo como función principal el incremento del área de absorción de nutrientes, es decir a nivel de las vellosidades intestinales del yeyuno (27). Es por ello que se ha utilizado, el butirato encapsulado con recubrimiento (24). Que permite la rápida absorción a través de la difusión pasiva para aumentar la longitud de las vellosidades intestinales y el recambio celular (32).

Para el peso del huevo se presenta en la Tabla 8, se obtuvieron como resultado significativo en el T1 (11.99g) a diferencia de los demás tratamientos. El color de los huevos tiene que ver también con el peso de los huevos, donde se han encontrado relación fenotípica, indicando que los huevos de mayor pigmentación tienden a ser más pesados (73). El cual se logró observar las diferencias entre los demás tratamientos. De igual manera Mamani 2013 (13). Obtuvo resultados positivos de 70.7g frente a sus resultados probados por otros promotores de crecimiento. Por lo tanto, se podría decir que la ganancia de peso se ha podido comprobar que a bajas temperaturas del lugar influyen en el peso.

El grosor de la cáscara, se demostró que el T1 = 0.218mm sin embargo no significativamente (Tabla 9), al igual que Sánchez Herrera 2011(11). En sus resultados de 0.394mm en gallinas ponedoras, siendo un resultado favorable para las aves de postura, Esto se debió probablemente que en el momento de la absorción del butirato a una retención de muchos nutrientes favoreciendo la formación de la cascara del huevo. Partanen 1999 (74).

En el porcentaje de huevos por día. Se muestra en la Tabla 10, el nivel de significancia fue similar a los demás tratamientos sin embargo influyo numéricamente para el T1 (79.28 %), a diferencia de los demás tratamientos: T2 (75.25); podemos mencionar que no fue significativo probablemente por la menor concentración de butirato. Esto se debió

a la mayor concentración que se utilizó en el tratamiento T1, Tal como lo menciona Malca 2017 (7). Quien obtuvo resultados similares del 72.35% con una concentración de butirato de sodio del 0.05%. Esto al suministro de la concentración del ácido butírico. Al igual que Sánchez Herrera 2011 (11). Quien obtenía el 91.9%. Esto se debe por que la adición del butirato se aplicó en aves de postura lo que favoreció la salud intestinal de estas aves. Podemos agregar que el butirato de sodio está ligado a las condiciones viables en la edad del ave, existiendo una tendencia a disminuir a medida aumenta de edad del ave.

Para la ganancia de peso, como indica la Tabla 11. El nivel de concentración al 70% influyó numéricamente de 0.26g; mientras que al 90% de butirato de sodio mantuvo los niveles menores de 0.03g durante el periodo de evaluación, al igual que Montejo 2013 (12), quien observó que no hay diferencia significativa entre la inclusión de butirato y parámetros zootécnicos. Estos resultados son similares debido a la alimentación y tamaño de muestra, suministrándoles 25g por ave.

En cuanto la conversión alimenticia, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) en las concentraciones del butirato de sodio en relación al consumo de alimento acumulado donde se aprecia en la Tabla 12. Sin embargo, numéricamente existen diferencias numéricas en el tratamiento T3 (2.59g) a diferencia de los tratamientos T2 y T1(2.51g) De igual manera observo Sánchez *et al* 2011 (11), quien obtuvo 2.15g. Esto se debe al tracto gastro intestinal que maximiza la absorción de nutrientes, permitiendo a un bajo consumo de alimento que cumple las exigencias de la codorniz.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La adición de butirato de sodio al 90% alcanzó el 0.218mm en cuanto al grosor de la cascara del huevo, 11.99 en el peso del huevo, superando ($P<0.05$) y 79.28 % de porcentaje de huevos por día, a diferencia de los tratamientos T2= 15% y T3= 70% que no tuvieron efecto sobre los dichos parámetros.
- En cuanto al peso y conversión alimenticia de la codorniz no tuvieron efectos significativos con la suplementación del butirato de sodio.
- La adición del butirato de sodio al 90% en el alimento concentrado dio mejores resultados en cuanto a la calidad del huevo ya sea grosor, peso y cantidad uniforme de huevos por día.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso del butirato de sodio en la suplementación de dietas para codornices de postura, dando mejores resultados en el grosor de la cascara del huevo
- Evaluar en dietas peletizadas la adición del butirato de sodio al 90% de concentración a fin de mantener la persistencia en la curva de la postura.
- Realizar trabajos similares en codornices en la región de Apurímac considerando el clima y adaptación del lugar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. La madrid DE. Estudio Anatómico-histológico del aparato reproductor de la codorniz hembra, variedad (*Coturnix japonica*). Inv. Vet. Peru. 2002.
2. Ciriaco P. Cria de la Codorniz Lima: Albatros; 1996.
3. Gavidia C. Crianza y Manejo de codornices. Universidad Nacional Agraria. 1995.
4. Laparra V, Avila G, Lopez C, Arce M. Efecto de la adición de butirato sódico, en el alimento del pollo de engorda, sobre los parámetros productivos. Toluca, Estado de México: XII congreso anual de AMENA; 2007.
5. Galfi P, Bokori J. Ensayo de alimentación en cerdos con una dieta que contiene n-butorato de sodio. Hungría. Universidad de Ciencias Veterinarias National Center for Biotechnology Information, Departamento de fisiología; 1990.
6. Van Immerseel F, Rusell J, Flythe M, Gantois I, Timbermont L, Pasmans F. The use of organic acids to combat Salmonella in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. Itaca: Universidad de Gante, Facultad de Medicina Veterinaria, Grupo de investigación de Salud Pública Veterinaria y Zoonosis. Servicio de Investigación Agrícola, Departamento de Patología, Bacteriología y enfermedades Aviar; 2007.
7. Reyes M, Gomez I, Espinoza C. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima - Peru: Centro nacional de alimentación y nutrición, Ministerio de salud, Instituto nacional de salud; 2013.
8. Sanchez C. Crianza y comercialización de la codorniz. In. Lima-Peru: Edic. Ripalme; 2004.
9. Puyalpo M, Mallo J. Sodium butyrate - a new step in a proper protection. Technical boletín. Norel SA. 2014.
10. Malca, Mantilla y Paredes. Efecto del Butirato de Sodio y Zinc Bacitracina sobre el rendimiento productivo de la codorniz en etapa de postura. cajamarca-Peru; 2017.
11. Valdiviezo V K. Efecto de la utilización del butirato de sodio microencapsulado en la producción de huevo de codorniz (*Coturnix coturnix*). Trujillo- Peru: Universidad nacional de trujillo, Facultad de ciencias agropecuarias; 2019.
12. Zambrano L. Influencia del Butirato, Propionato y Bacitracina en el rendimiento productivo de la codorniz (*Coturnix japonica*) en etapa de postura. pag. 121, 2017.
13. Sanchez I. Efecto del butirato de sodio en dietas para gallinas sobre el comportamiento productivo, calidad del huevo y vellosidades intestinales. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de enseñanza, investigación y extensión avícola; 2011.
14. Sanchez Herrera I, Posadas Hernandez E, Sanchez R. E, Fuente M. B. Efecto del butirato de sodio sobre algunos parámetros productivos de gallinas de postura en semilibertad. Guanajuato, Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria., Centro de enseñanza, investigación y extensión avícola; 2011.
15. Montejo L, Balvin D, Restrepo G, Ruiz J. Efecto del uso de diferentes niveles de butirato sobre parámetros zootécnicos, histopatológicos y medicinales alométricos en pollos de engorde a diferentes edades. Antioquia: Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de CES, Grupo de Investigación en ciencias animales (INCA-CES); 2013.
16. Mamani A R. Efecto del butirato de sodio en huevos de gallinas reproductoras Cobb 500 en el comportamiento productivo. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias Agropecuarias, escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2013.



17. Villacis V. L, Minchala C. I. Evaluacion de dos tipos de fitasa sobre la productividad y calidad del huevo en codornices. Cuenca, Ecuador.: Universidad de la Cuenca, Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia; 2016.
18. Silva V. J, Jordao F. J, Costa G. F. Exigencias nutricionales de las codornices. Paraiba, Brasil: Universidad Federal de Paraiba. Centro de ciencias agrarias. Departamento de Zootecnia; 2001.
19. Bissoni E. Cria de la Codorniz SACI , editor. Buenos aires: Albatros; 1996.
20. Dueñas A. Cria de Codornices. In. Argentina: 1ra edicion Edit. Atlantida; 2004.
21. Valle M S, Bustamante C M, Argentina R R, Vivas J, Guillet H. Manual crianza y manejo de codornices. Nicaragua: Universidad nacional agraria., Departamento de sistemas integrales de produccion animal; 2015.
22. Buxade C. Explotaciones cinegeticas y de avestruces. In. Madrid, España; 1999.
23. Ariki J. Crianza de la codorniz. Sao Paulo, Brasil.: Universidad Nacional de San Paolo. Centro de producciones tecnicas; 1997.
24. Valle M S, Bustamante C M, Argentina R R, Guillet H, Vivas J. Manual de crianza y manejo de codornices. Managua - Nicaragua: Universidad nacional agraria , Departamento de sistemas integrales de produccion animal; 2015.
25. La Madrid D, Edgardo F. Estudio anatomo- histologico del aparato reproductor de la codorniz hembra, variedad (*Coturnix coturnix japonica*). Rev Inv Vet Peru. pag. 77-79,2002.
26. Calva J. Morfologia del huevo de Codorniz, 2013.
27. Perez J, Gavidia M. Efectos de la relacion hembra: macho y edad de los reproductores en el comportamiento reproductivo de la codorniz japonesa. Lima, Peru: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2015.
28. Garzon D. Cria de la codorniz. Colombia: Tecnologico Agropecuario; 2006.
29. Woodard A, Abplanalp H, Wilson W. Cria de Codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). California, EEUU: University of California Davis. Departament of Avian Sciencs; 1973.
30. Manuel GP. Influencia de las horas luz en la produccion de huevos de codorniz (*coturnix japonica*) en la parroquia. Quito, Ecuador. Universidad Politecnica de Saleasiana; 2013.
31. Ruales M. Produccion y Comercializacion de huevos de codorniz. Quito, Ecuador. Universidad Politecnica Nacional; 2012.
32. Vilchis R G. Crianza y Explotacion de la Codorniz. Coahuila, Mexico: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Produccion Animal; 2008.
33. España C. Evaluacion de calidad del huevo de la codorniz (*coturnix japonica*). Pasto, Colombia: Universidad Nariño, Departamento de Nariño; 2014.
34. Oguz F E, Umut S Y. The effect of eggshell thickness on hatchability of quail eggs. Veterinary word. 2017.
35. Everest E, Instituto de huevo. El gran libro del huevo, Madrid - España; 2003.
36. Gonzales J, Hernandez U. Evaluacion sensorial de huevos de codorniz en conserva y composicion nutrimental. Red vet. 2011.
37. Vega V. V, Casanova F. L, Peña G. M. Probiotico en el comportamiento, cambios bioquimicos y hematologicos y salud intestinal de codornices en postura. Ecuador: Universidad Tecnologica Equinoccial campus Santo Domingo de los Tsachilas; 2016.
38. Minvielle F, Oguz Y. Efects of genetics and breeding on egg quality of japanese quail. Turquia: University Faculty of agriculture Izmir., Wolds poultry Science journal; 2002.
39. Arias. Productos y subproductos agropecuarios utilizados en la alimentacion de cerdos.



- Revista nacional de zootecnia. 1987.
40. Mojeed A. O, Kabir M. Nutrient requirements and management of japanese quails. Akure: The federal university of technology akure; 2019.
 41. Freitas A, Fuentes M, Freitas E. Efectos de niveles de proteina bruta y de energia metabolizable en dietas sobre el desempeño de la codorni. Brazilian society of animal science; 2005.
 42. Farrell D, Atmamihardia S. Calorimetric measurement of the energy and nitrogen metabolism of japanese quail. Australia: University of new England., British Poultry Science. Department of biochemistry and nutrition.; 2008.
 43. Shim K. The nutrition and management of japanese coturnix quail in the tropics. 1997.
 44. Satan C. Comportamiento productivo y calidad del huevo de las codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en etapa de postura en condiciones de Cipca. Pastaza, Ecuador: Universidad estatal amazonica., Departamento de ciencias de la tierra; 2020.
 45. Council NNR. Nutrient Requirements of japanese quails. National Academy of Sciences. pag. 68; 1994.
 46. INRA. Institut National de la Recherche Agronomique. Alimentacion de los Animales Monogastricos. 1985.
 47. Lazaro R, Serrano M, Capdevila J. Nutricion y Alimentacion de avicultura complementaria: Departamento de produccion animal. Madrid, España. Universidad Politecnica de Madrid, Departamento de produccion animal; 2005.
 48. Diaz V, Diaz M, Dominguez S, Gomez A. Produccion de huevos de codorniz; 2016.
 49. Pituch A, Walkowiak J, Banaszkiwicz A. Butyric acid in functional constipation. Przegastroenterol. 2013.
 50. Jurkowska KAL. Effect of Sodium Butyrate On The Small Intestine development in neonatal piglets fed by artificial sow. Polonia: Universidad Agricola de Varsovia, Departamento de ciencias Fisiologicas; 2004.
 51. Martinez A. C. Butirato de sodio. El componente sen explorar en nutricion animal. 2021.
 52. Kessler A. Butirato de sodio: Aspectos fisiologicos de una molecula multifuncional en la nutricion animal. 2005.
 53. Davidson P, Taylor T. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. Food microbiology, Fundamentals and frontiers; 2007.
 54. Ricke S. Perspectives on the use organic acids short chain fatty acids as antimicrobials. Poultry Science; 2003.
 55. Jong W K, Jong H K, Dong Y K. Dietary organic acids for broiler chickens. Revista Colombiana de ciencias pecuarias. 2015; 28 (2):109-123.
 56. Hernandez J. Butirato de sodio y sus efectos en dietas de aves y cerdos. Disan. Director tecnico nutricion animal; 2007.
 57. Andon A, Bamba T, Sasaki M. Anti-Inflammatory roles of dietary fiber and butyrate in intestinal functions. Tukiowa Otsu, Japon. University of medical science. Journal of and enteral nutrition., Department. of internal medicine, shiga; 2007.
 58. Sugiharto S. Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. Indonesia: Facultad of animal and agricultural sciences, diponegoro University., Journal of the saudi society of agricultural sciences; 2014.
 59. Fernandez R C, Ordoñez C, Abad G J, Garcia G A, Pilar H M, Mallo J J. Butyric acid-based feed additives help protect broilers chicken from salmonella enteritis infection. Poultry Scienc. 2009.
 60. Adil S, Banday T, Bhat G A, Mir Rehman M. Effect of dietary supplementation of

- organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broilers chicken. Vet. med. 2010.
61. Van Deun k, Haesebrouc F, Van Immerseel F, Ducatelle R, Pasmans F. Acidos grasos de cadena corta y L-lactato como aditivos alimentarios para controlar infecciones por campylobacter jejuni en pollos de engorde. Patologia aviar. 2008.
 62. Ahsan U, Cengiz O, Raza I, Kuter E, Chacher M, Iqbal Z, et al. Sodium butyrate in chicken nutrition: the dynamics of performance, gut microbiota, gut morphology, and immunity. Worlds poultry science journal; 2016.
 63. Warnecke T, Gill R. Organic acid toxicity, tolerance, and production in Escherichia coli biorefining applications. Biomed Central; 2005.
 64. Roe A, Byrne C, Mclaggan D, Booth I. Inhibicion del crecimiento de Escherichia coli por acido acetico: un problema con la biosintesis de metionina y la toxicidad de la homocisteina. Microbiologia; 2022.
 65. Pouillart P. Role of butyric acid and its derivatives in the treatment of colorectal cancer and hemoglobinopathies. Copyright. Elsevier science Inc. Life Sciences. 1998.
 66. Antongiovanni M, Buccione A, Petacchi F, Leeson S, Minieri S, Martini A, et al. Butyric acid glycerides in the diet of broiler chickens: effects on gut histology and carcass composition. Italian journal of animal science; 2007.
 67. Feret P, Parks C, Grimes J. Benefits of dietary antibiotic and mannan oligosaccharide supplementation for poultry. Proceedings of the multi-state poultry meeting. 2002.
 68. Yang Y, Iji P, Chot M. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. Worlds poultry science journal. 2009.
 69. Svihus B, Choct. M, Classen H. Funcion y roles nutricionales de los ciegos aviar. Canada: Universidad de Noruega de la vida sciencs., Asociacion Mundial de ciencias avicolas. Departamento de ciencias animales y acuicolas; 2012.
 70. A. G. Tratado de nutricion. Bases fisiologicas y bioquimicas de la nutricion; 2005.
 71. Buxade C. Explotaciones cinegeticas y de avestruces; 1983.
 72. Ortiz M F. Parametros productivos, importancia de la productividad avicola. Juarez-Mexico. Universidad Autonoma de Juarez.; 2016.
 73. Vargas D, Galindez R, Vasco B, Martinez G. Edad al primer huevo en codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) bajo condiciones experimentales. Revista cientifica. Marzo-Abril; vol (2): pag. 181-186; 2009.
 74. Partanen k, Mroz Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. Nutrition Research Reviews; 1999.



ANEXOS



Tabla 13. Anova grosor de la cáscara del huevo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	8	0.06134143	0.00766768	0.57	0.7839
Error	15	0.20044815	0.01336321		
Total	23	0.26178959			

Tabla 14. Anova de un factor

R-cuadrado	Coef. Var	Raiz MSE	Media
0.234316	13.27710	0.115599	0.870667

Tabla 15. Anova Porcentaje de huevos por día

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	0.04392340	0.01464113	1.10	0.3814
Bloque	5	0.01741803	0.00348361	0.26	0.9276

Tabla 15. Características productivas estimadas de la codorniz bajo la aplicación de tratamientos.

Características productivas	T0	T1	T2	T3
De la codorniz				
Porcentaje de huevo por día	77.82 ^a	79.28 ^a	75.25 ^a	71.90 ^a
Ganancia de peso (g/d)		0.003 ^a	0.009 ^a	0.026 ^a
Conversión alimenticia por huevo	2.54 ^a	2.51 ^a	2.52 ^a	2.59 ^a
Peso de huevo de aves (g)	11.70 ^{ab}	11.99 ^a	11.89 ^{ab}	11.63 ^b
Grosor de cascara de huevo (mm)	0.21 ^b	0.22 ^a	0.21 ^b	0.21 ^b

Tabla 16. Registro utilizado para recolección de datos de los huevos de codorniz

Tratamiento	Repeticiones	Características						Total huevo
		N°	Rotos	Blancos sin yema	Yema	Pequeño	Farfas	
T 0 S/A	Tx.1	16						16
	TX.2	16						16
	TX.3	16						16
	TX.4	18						18
	TX.5	16						16
	TX.6	16					2	18
TOTAL	T							100
Promedio	X							16.7
T 1 C/BUTIRATO 90%	T1.1	17						17
	T1.2	16						16
	T1.3	18						18
	T1.4	17						17
	T1.5	17						17
	T1.6	16						16
TOTAL	T							101
Promedio	X							16.8
T 2 C/BUT 15% + ACEITS ESENC	T2.1	9						9
	T2.2	14						14
	T2.3	16						16
	T2.4	17						17
	T2.5	14						14
	T2.6	15						15
TOTAL	T							85
Promedio	X							14.2
T 1 C/BUTIRATO 70%	T3.1	14						14
	T3.2	15						15
	T3.3	13						13
	T3.4	14						14
	T3.5	16						16
	T3.6	14						14
TOTAL	T							86
Promedio	X							14.3

Tabla 17. Registro para las variables del porcentaje de huevos por día

Peso de huevos						
Tratamiento por jaula	Peso unitario (3 unidades)				Suma	X
T0.1	0.202	0.011	0.012	0.012	0.035	0.012
T0.2	0.183	0.012	0.012	0.012	0.036	0.012
T0.3	0.164	0.013	0.012	0.011	0.036	0.012
T0.4	0.174	0.011	0.012	0.011	0.034	0.011
T0.5	0.177	0.011	0.013	0.012	0.036	0.012
T0.6	0.144	0.012	0.011	0.012	0.035	0.012
T1.1	0.159	0.011	0.013	0.013	0.037	0.012
T1.2	0.145	0.012	0.013	0.013	0.038	0.013
T1.3	0.191	0.012	0.013	0.011	0.036	0.012
T1.4	0.175	0.012	0.012	0.013	0.037	0.012
T1.5	0.166	0.012	0.012	0.012	0.036	0.012
T1.6	0.206	0.011	0.014	0.013	0.038	0.013
T2.1	0.129	0.011	0.012	0.011	0.034	0.011
T2.2	0.182	0.013	0.013	0.013	0.039	0.013
T2.3	0.196	0.011	0.011	0.012	0.034	0.011
T2.4	0.202	0.012	0.011	0.013	0.036	0.012
T2.5	0.173	0.012	0.014	0.011	0.037	0.012
T2.6	0.186	0.012	0.012	0.012	0.036	0.012
T3.1	0.183	0.011	0.011	0.011	0.033	0.011
T3.2	0.195	0.012	0.011	0.012	0.035	0.012
T3.3	0.152	0.013	0.013	0.011	0.037	0.012
T3.4	0.172	0.012	0.012	0.012	0.036	0.012
T3.5	0.169	0.013	0.012	0.011	0.036	0.012
T3.6	0.154	0.011	0.013	0.012	0.036	0.012

Tabla 18. Registro para la medición de conversión alimenticia

Alimento		
Tratamiento	Cantidad de alimento	Alimento sobrante.
T0.1	0.225	0.000
T0.2	0.225	0.003
T0.3	0.225	0.013
T0.4	0.225	0.000
T0.5	0.225	0.011
T0.6	0.175	0.000
Total	1.30	0.027
Promedio	0.22	0.005
T1.1	0.225	0.000
T1.2	0.225	0.010
T1.3	0.225	0.008
T1.4	0.225	0.000
T1.5	0.225	0.000
T1.6	0.225	0.000
Total	1.35	0.018
Promedio	0.23	0.003
T2.1	0.150	0.000
T2.2	0.225	0.000
T2.3	0.200	0.000
T2.4	0.225	0.000
T2.5	0.200	0.000
T2.6	0.200	0.000
Total	1.20	0.000
Promedio	0.20	0.000
T3.1	0.175	0.000
T3.2	0.225	0.000
T3.3	0.150	0.000
T3.4	0.200	0.000
T3.5	0.200	0.000
T3.6	0.225	0.000
Total	1.18	0.000
Promedio	0.20	0.000



Figura 4. Codornices en etapa de levante



Figura 5. Identificación de sexos en codornices



Figura 6. Pesaje de las codornices antes del tratamiento



Figura 7. Codornices alimentándose con el butirato de sodio adicionado en el alimento



Figura 8. Recolección de huevos de codorniz



Figura 9. Pesaje de huevos por tratamientos



Figura 10. Jaulas identificadas por colores



Figura 11. Huevos de codorniz de los diferentes tratamientos