

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“Parámetros bioeconómicos de pollos parrilleros Cobb 500,
alimentados con dietas suplementadas de concentrado de fibra
bruta insoluble”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

LOPEZ GENOVEZ, PEPE DANIEL

Tingo María – Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 07:00 p.m. del 11 de octubre de 2017, para calificar la Tesis titulada "PARÁMETROS BIOECONÓMICOS DE POLLOS PARRILLEROS COBB 500, ALIMENTADOS CON DIETAS SUPLEMENTADAS DE CONCENTRADO DE FIBRA BRUTA INSOLUBLE", presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias PEPE DANIEL LOPEZ GENOVEZ.

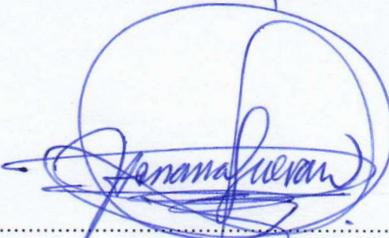
Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "EXCELENTE".

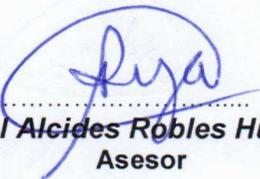
En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 28 de febrero de 2018.


.....
Ing. M. Sc. Juan Lao Gonzáles
Presidente


.....
Ing. Walter Alberto Paredes Orellana
Miembro


.....
Ing. M. Sc. José Eduard Hernández Guevara
Miembro


.....
Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Asesor

Copia : Archivo

slcp/sec

DEDICATORIA

A **Dios** por el éxito y la satisfacción de esta investigación, que me entrego los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, obstáculos y oportunidades que se presenta en mi vida.

A mis queridos padres: **Rodolfo LOPEZ VENTURA** y **Dora GENOVEZ FELIZ**, por ser uno de mis principales motivos en mi vida por haberme guiado y aconsejado.

A mis hermanos: **Juanito Baltazar, LOPEZ GENOVEZ, Elizabeth Romita, AGÜERO GENOVEZ** y **Rosita Levana, LOPEZ GENOVEZ**. Por apoyarme en cada momento difícil de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN

| | | |
|------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| | 2.1.Generalidades de la alimentación de pollos y sus particularidades .. | 3 |
| | 2.1.1. Fibra bruta..... | 4 |
| | 2.1.2. Definición de fibra bruta insoluble | 4 |
| | 2.2. Uso de fuentes de fibra bruta insoluble en la alimentación animal.... | 5 |
| | 2.3. Uso de fuentes de fibra insoluble en pollos..... | 6 |
| | 2.3.1. Parámetros productivos | 6 |
| | 2.3.2. Parámetros biológicos..... | 9 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| | 3.1. Lugar de la investigación..... | 13 |
| | 3.2. Tipo de investigación..... | 13 |
| | 3.3. Materiales y equipos | 14 |
| | 3.3.1. Equipos e instalaciones | 14 |
| | 3.4. Insumo en estudio | 14 |
| | 3.5. Dietas experimentales y alimentación | 15 |
| | 3.6. Animales experimentales | 15 |
| | 3.7. Sanidad | 16 |

| | |
|--|----|
| 3.8. Variable independiente..... | 16 |
| 3.9. Tratamientos | 20 |
| 3.10. Croquis de distribución de los tratamientos..... | 20 |
| 3.11. Análisis estadístico..... | 21 |
| 3.12. Variable dependiente | 22 |
| 3.13. Metodología | 23 |
| 3.13.1. Parámetros productivos y biológicos..... | 23 |
| 3.13.2. Parámetros económicos | 25 |
| IV. RESULTADOS..... | 27 |
| 4.1. Parámetros productivos | 27 |
| 4.1.1. Fase de inicio (1-7 días de edad)..... | 27 |
| 4.1.2. Fase de crecimiento (8-21 días de edad)..... | 28 |
| 4.1.3. Fase de acabado (22-33 días de edad) | 28 |
| 4.1.4. Periodo total (1-33 días de edad)..... | 29 |
| 4.2. Parámetros biológicos..... | 30 |
| 4.3. Parámetros económicos..... | 31 |
| V. DISCUSIÓN | 32 |
| 5.1. Parámetros productivos | 32 |
| 5.1.1. Fase de inicio (1-7 días de edad)..... | 32 |
| 5.1.2. Fase de crecimiento (8-22 días de edad)..... | 35 |
| 5.1.3. Fase de acabado (22-33 días de edad) | 38 |

| | |
|---|----|
| 5.1.4. Periodo total (1-33 días de edad)..... | 41 |
| 5.2. Parámetros biológicos..... | 44 |
| 5.2.1. Altura de vellosidad intestinal (yeyuno)..... | 44 |
| 5.2.2. Profundidad de cripta intestinal (yeyuno)..... | 47 |
| 5.3. Parámetros económicos..... | 49 |
| 5.3.1. Beneficio neto y mérito económico | 49 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 50 |
| VII. RECOMENDACIONES | 51 |
| VIII. ABSTRACT | 52 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 53 |
| ANEXOS | 59 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|---|--------|
| 1. Dietas experimentales de pollos parrilleros en fase inicio | 17 |
| 2. Dietas experimentales de pollos parrilleros en fase de crecimiento | 18 |
| 3. Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de acabado | 19 |
| 4. Parámetros productivos de pollos para la fase de inicio en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 180) | 27 |
| 5. Parámetros productivos de pollos para la fase de crecimiento en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 145) | 28 |
| 6. Parámetros productivos de pollos para la fase de acabado en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 145) | 29 |
| 7. Parámetros productivos de pollos para el periodo total en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 157) | 29 |
| 8. Altura de vellosidad y Profundidad de cripta en μm de yeyuno de pollos Cobb 500 en función a dosis y edades(Promedios \pm desviación estándar).. | 30 |
| 9. Análisis económicos en función a tratamientos en pollos Cobb 500 machos en periodo total | 31 |
| 10. Niveles de proteína en la dieta..... | 60 |
| 11. Temperatura del periodo de crianza | 61 |
| 12. Población de muestra en el periodo experimental | 64 |
| 13. Variable independiente y pesos finales de diferentes fases..... | 65 |
| 14. Variable independiente y consumo diario de alimento en diferentes fases | 66 |
| 15. Variable independiente y ganancia diaria de peso en diferentes fases..... | 67 |
| 16. Variable independiente y conversión alimenticia en diferentes fases | 68 |

| | |
|---|----|
| 17. Análisis de varianza de la altura de vellosidad..... | 69 |
| 18. Análisis de varianza de la profundidad de cripta | 69 |
| 19. Análisis de varianza para la relación entre altura de vellosidad y profundidad de cripta | 70 |
| 20. Costos fijos de crianza | 71 |
| 21. Costos variables de crianza (sin incluir el costo de alimento) | 72 |
| 22. Precio de los insumos por Kg..... | 73 |
| 23. Precio promedio de alimento de los tratamientos por Kg..... | 73 |
| 24. Costo unitario promedio por pollo | 74 |
| 25. Estructura de costo total (incluido alimento), ingresos, ganancia neta y mérito económico..... | 75 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|--------|
| 1. Estructura intestinal (aumento 100x) de pollos de 1 días de edad..... | 62 |
| 2. Estructura intestinal (aumento 100x) de pollos de 7 días de edad..... | 62 |
| 3. Estructura intestinal (aumento 100x) de pollos de 14 días de edad..... | 63 |

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de pollos parrilleros Cobb 500 es una línea monopolizada y la más comercializada a nivel mundial, esta actividad se desarrolla a gran escala, cuyo consumo per cápita es de 43.5 kg/habitante en nuestro país (BUENO *et al.*, 2016). La alimentación de pollos parrilleros es el rubro que representa del 68 al 75 % del costo total de producción (OROZCO *et al.*, 2013), por lo que, es imprescindible precisar y ajustar las necesidades nutricionales de los pollos mediante el uso de aditivos.

La fibra bruta insoluble (FBI) está compuesto de celulosa, hemicelulosa insoluble y lignina, su uso en la alimentación animal, mejora las funciones digestivas, así como mantiene la salud intestinal, aumentando la digestión de las proteínas, carbohidratos y lípidos, estimulando el crecimiento de las vellosidades intestinales y mejorando la absorción de agua (SARIKHAN *et al.*, 2010). Por todo ello, el uso de FBI, incrementa los parámetros productivos y biológicos en la crianza de pollos parrilleros, el que beneficiará a los productores avícolas incrementando su rentabilidad en la crianza.

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta. ¿Cuáles son los efectos bioeconómicos de pollos parrilleros alimentados con dietas balanceadas suplementadas con diferentes niveles de FBI? Para ello se planteó la siguiente

AGRADECIMIENTOS

- En primera instancia, a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por darme la oportunidad de ser parte en mi formación profesional y apoyarme en la ejecución del presente proyecto.
- De parte muy especial al Dr. Rizal, ROBLES HUAYNATE y Dr. Daniel, PAREDES LÓPEZ, por contribuir con su orientación y apoyarme en la redacción del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Hugo, SAAVEDRA RODRÍGUEZ, por su orientación y apoyo práctico en la crianza de los pollos, Ing. Niels, RIVERA DURAND por compartir sus conocimientos en la preparación del alimento balanceado y M.V. Carla MONSANTE, por su atención en la Empresa Gammavet SAC para la gestión del Aditivo Arbocel.
- Al Ing. Juan, LAO GONZALES, Ing. Marco Antonio, ROJAS PAREDES, Miguel, PERÉZ OLANO por su colaboración en préstamos de materiales.
- A mis compañeros y amigos: Richard Gómez, Wilder Murga, Limber Suárez, Roxana Castro, Mejerson Izquierdo, Sarai Huaranga, Diana Sanchez, Bery Arrue y Noemi Pablo. Por su aporte en la ejecución del presente trabajo de investigación y sus buenos ánimos.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar los parámetros bioeconómicos de pollos parrilleros, suplementados con fibra bruta insoluble (FBI), dónde se utilizaron 184 pollos de un día de edad, con peso vivo de 42.9 ± 1.12 g, distribuidos en un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos, 5 repeticiones y cada repetición con 7, 6 y 5 pollos; además, los parámetros biológicos fueron procesados con un DCA con arreglo factorial ($5 \times 2 + 1$) y las diferencia de los promedios fueron por el test de SNK (Student, Newman y Keuls) y Duncan al 5%. Los tratamientos evaluados fueron: T1 Dieta balanceada sin inclusión de FBI, T2: Dieta balanceada con inclusión de 0.3% de FBI, T3: Dieta balanceada con inclusión de 0.6% de FBI, T4: Dieta balanceada con inclusión de 0.9% de FBI y T5: Dieta balanceada con inclusión de 1.2% de FBI. Los resultados indican que, los parámetros productivos y biológicos no fueron influenciados ($p > 0.05$) por la inclusión de FBI en sus respectivas dietas; entretanto la edad de las aves influenció ($p < 0.05$) la altura de vellosidad y profundidad de cripta asimismo los parámetros económicos. Se concluye que, la suplementación gradual de FBI en dietas balanceadas para pollos parrilleros de 1 a 33 días de edad no influenció sobre los parámetros biológicos con excepción para la altura de la vellosidad y profundidad de cripta que fue influenciada apenas por la edad de las aves; entretanto, los pollos que consumieron dietas con 0.3% de FBI reportaron mejor índice económico.

Palabras clave: Conversión alimenticia, altura de vellosidad, profundidad de cripta, salud intestinal, evaluación económica.

hipótesis: La suplementación de 0.9% de fibra bruta insoluble, en dietas para pollos parrilleros, mejora los parámetros bioeconómicos.

Objetivo general:

- Evaluar los parámetros bioeconómicos de pollos parrilleros, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de FBI.

Objetivos específicos:

- Determinar el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de pollos parrilleros, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de FBI.
- Determinar la altura de vellosidad y profundidad de cripta del yeyuno de pollos parrilleros, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de FBI.
- Determinar el beneficio neto y mérito económico de pollos parrilleros, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de FBI.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la alimentación de pollos y sus particularidades

El rubro de la alimentación es uno de los pilares fundamentales en producción de pollos, para el cual se necesita una serie de insumos para su elaboración. Los insumos que ingresan en altas cantidades entre 60 y 80% en la ración balanceada de los pollos son: soya y maíz amarillo duro, y estos son los que más se importan a nuestro país. En el año 2014 la importación de maíz y torta soya fue de 295 826 y 89 650 t respectivamente (MINAGRI, 2015). Además, la población de pollos en la región de Huánuco era de 25100 pollos en el año 2012 (INEI, 2014).

Por otro lado, OROZCO *et al.* (2013) comenta que el rubro de alimentación es el más costoso de la producción de pollos el cual representa entre 68 % a 75 %, esto es debido a los altos costos de insumos importados. Sin embargo, MEDRANO (2013) reporta que el consumo per cápita es de 39 kg. A su vez las zonas más productoras de pollos son: Lima (55%), La Libertad (19%) y Arequipa con 9%.

2.1.1. Fibra bruta

Definición de fibra bruta, Son llamados hidratos de carbono estructurales y fibra dietética total (SAVÓN, 2002), que se encuentran en la pared celular de las plantas que se componen de celulosa, hemicelulosa, lignina (no es un carbohidrato) y materiales indigestibles, principalmente la lignina y su composición de fibra bruta difiere por cada planta (POTTGUTER *et al.*, 2008; VARASTEGANI y DAHLAN, 2014). Por lo tanto, GARCÍA *et al.* (2008), es llamado también fibra alimentaria, son todos los polisacáridos no almidones más la lignina, que no puede ser digerido o absorbidos en el intestino del humano. En esta definición no incluye otros componentes vegetales tales como: polifenoles, proteínas resistentes y almidones resistentes, los cuales son resistentes a la digestión (MUÑOZ, 1990).

2.1.2. Definición de fibra bruta insoluble

Son hidratos de carbono estructurados que están compuesto de celulosa, lignina y hemicelulosa insoluble (SAVÓN, 2002). La celulosa, es la sustancia más abundante del reino vegetal y es el mayor componente estructural de las paredes celulares de las plantas. Debido a que en la celulosa, las unidades de glucosa existen en una conformación del tipo sillas y están unidas por eslabones del tipo β , tienen una gran estabilidad interna y más aún las microfibrillas están sujetas firmemente unas a otras por medio de iones de hidrogeno. Esta conformación hace que la celulosa sea esencialmente

insoluble y extremadamente resistente a la degradación enzimática (MUÑOZ, 1990).

La hemicelulosa, también es un carbohidrato resistente al ataque enzimático, químicamente no está relacionada con la celulosa, son polisacáridos conteniendo D – xilosa (MUÑOZ, 1990). La lignina, son copolímeros que se derivan principalmente de tres unidades de fenilpropano-monoméricas (monolignoles) básicas: alcohol p-cumarílico, alcohol coniferílico y alcohol sinapílico. Davin y Lewis (2005) citado por CHÁVEZ y DOMINE (2013).

2.2. Uso de fuentes de fibra bruta insoluble en la alimentación animal

La fibra bruta insoluble, que fue utilizado hace muchos años en animales monogástricos, fue promoviendo la salud intestinal y manteniendo en equilibrio la flora intestinal (HAOYUE *et al.*, 2016). Por otro lado, la transformación del maíz en granos destilados (DDGS) secos de este insumo: genera el incremento de la fibra insoluble, principalmente de arabinoxilanos, celulosa y lignina que a su vez son resistentes a la digestión a nivel de intestino grueso de los cerdos. Por lo tanto, la inclusión de fibra insoluble en la dieta de los cerdos disminuye la digestibilidad de carbohidratos, Lisina y fibra (GUTIERREZ *et al.*, 2013).

La suplementación de 3% de celulosa, pulpa de remolacha y cáscara de avena en la dieta de aves, genero heces menos húmedas a su vez la fibra dietética aumenta el crecimiento de las microvelocidades intestinales (HAOYUE *et al.*, 2016). También, en patos se evaluaron la suplementación de celulosa

nanocristalina (NCC) en dietas balanceadas a una dosis de 1.500 mg/kg de alimento, observándose, efectos positivos en el rendimiento de canal, desarrollo de ciego y metabolismo de lípidos (HAOYUE *et al.*, 2016). Sin embargo, YOKHANA *et al.* (2015) reporta que la inclusión de 3% de celulosa (Arbocel FD00) en la dieta de gallinas de postura, ha demostrado una reducción de la ingesta de alimentos y mejora en la producción de huevos.

2.3. Uso de fuentes de fibra insoluble en pollos

2.3.1. Parámetros productivos

Según SAKI *et al.* (2011) estudiaron la suplementación de pectina y celulosa en dietas de pollos parrilleros de 1 a 14 días de edad, teniéndose los siguientes tratamientos T1: 0 % de pectina y 0 % de celulosa, T2: 2 % de pectina y 1 % de celulosa, T3: 1.5 % de pectina y 1.5 % de celulosa y T4: 1 % de pectina y 2 % de celulosa. Los resultados observados en la fase de inicio fueron: los pollos alimentados con dietas suplementadas del T1, T3 y T4 reportaron mejor ganancia de peso en relación al T2. Así mismo el T3 reportaron mejor consumo de alimento en relación a los demás tratamientos. Además, la conversión alimenticia fue iguales en todos los tratamientos.

Por otro lado, JIMÉNEZ *et al.* (2015), Estudiaron la inclusión de dos tipos de alimento (peletizado y harina) y dosis a 2 niveles (2.5 Vs. 5%) para cada insumo (cáscara de avena, cáscara de arroz y cascarilla de girasol), estos 3 insumos son fuentes de fibra bruta insoluble, todos con tamaño de 2 mm de diámetro.

Los resultados que obtuvieron en la fase de inicio (1 a 8 días de edad) fueron: el consumo de alimento fue iguales para todos los tratamientos. Así mismo con 2.5 % de cascarilla de girasol reportaron eficiente conversión alimenticia a comparación de 2.5 % y 2.5 % de cáscara de arroz y avena respectivamente.

Por otra parte (SAKI *et al.*, 2011) los resultados observados en pollos de 1 a 21 días de edad fueron el siguiente: los pollos alimentados con dietas sin suplementación de pectina y celulosa reportaron mejor ganancia de peso en relación a los demás tratamientos. Mas aún el T3 y T4 obtuvieron mayor consumo de alimento en relación a los demás tratamientos. Así mismo el T2, T3 y T4 reportaron una eficiente conversión alimenticia en relación al control. Entretanto, JIMÉNEZ *et al.* (2015) los resultados observados en pollos de la fase de crecimiento fueron: obtuvieron una ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron iguales para todos los tratamientos.

De igual manera, AMERAH *et al.* (2009) quienes analizaron fuentes de fibra insoluble en dietas de pollos parrilleros en la fase de crecimiento, teniéndose los siguientes tratamientos: T1, basado en trigo molido, T2: 200 g/Kg de trigo integral sustituyendo al trigo pre-granulado, T3: 6 % de celulosa microcristalina y T4: 6 % viruta procesada de madera. Los resultados obtenidos para la ganancia de peso fueron iguales todos los tratamientos. Por otro lado, el T3 reportaron mejor consumo de alimento y conversión alimenticia en relación a los demás tratamientos.

Por otra parte, SARIKHAN *et al.* (2010), quienes estudiaron la suplementación de fibra bruta insoluble en dietas de pollos parrilleros en fase de crecimiento, evaluándose los siguientes tratamientos T1: 0, T2: 0.25, T3: 0.50 y T4: 0.75 % de fibra bruta insoluble, respectivamente. Los resultados analizados fueron: los pollos alimentados con dietas suplementadas de fibra bruta insoluble reportaron una ganancia de peso y consumo de alimento iguales para todos los tratamientos.

Además, SARIKHAN *et al.* (2010) analiza la suplementación de fibra bruta insoluble en dietas de pollos parrilleros para la fase de acabado y periodo total encontrando los siguientes resultados: para el T2, T3 y T4 reportaron mejor ganancia de peso a comparación del control. A su vez la ganancia de peso fue iguales para todos los tratamientos. A su vez el T2, T3 y T4 reportaron eficiente conversión alimenticia en relación al control.

Por otro parte los resultados observados en pollos parrilleros de 1 y 22 a 42 días de edad fueron: los pollos alimentados con dietas sin suplementación de pectina y celulosa reportaron mejor ganancia de peso en relación a los demás tratamientos. De modo que el T1, T3 y T4 reportaron mejor consumo de alimento a comparación del T2. De manera que el T4 reportaron eficiente conversión alimenticia en relación de los demás tratamientos (SAKI *et al.*, 2011).

Entretanto REZAEI *et al.* (2011) analizaron la suplementación de fibra insoluble micronizada (FIM) en dietas de pollos parrilleros en el periodo total, teniendo los siguientes tratamientos:

T1: 0 % T2: 0.3 %, T3: 0.4 % y T4: 0.5 % FIM respectivamente. Los resultados observados fueron: obtuvieron una regresión lineal positiva para la ganancia diaria de peso, cabe mencionar que con 0.5% de FIM mejora dicho parámetro. Así mismo para el consumo de alimento fueron iguales para todos los tratamientos. Además, obtuvieron una regresión lineal negativa para la conversión alimenticia, se entiende que es muestra de una eficiencia del parámetro mencionado.

Por otra parte, YOKHANA *et al.* (2015) reporta que cuando el pollo se alimenta con dietas de suplementación de niveles con fibra bruta insoluble (Arbocel BWW-40): 0, 0.45, 0.70 y 0.95% de Arbocel BWW-40 respectivamente, durante 1 a 42 días de edad. Obtuvo resultados significativos, con mayor ganancia peso en los niveles menores.

2.3.2. Parámetros biológicos

Los cambios en la morfología intestinal, como vellosidades más cortas y criptas más profundas, han sido asociados con la presencia de toxinas (YASON Y SCHAT, 1987). Una vellosidad corta disminuye la superficie de absorción de nutrientes; un alargamiento de la vellosidad indica una rápida reconversión del tejido y una alta demanda por nuevos tejidos (YASON Y SCHAT, 1987). Muchos investigadores encuentran una estrecha correlación entre la profundidad de la cripta y las tasas de proliferación de células epiteliales (HAMPSON Y KIDDER, 1986; YASAR Y FORBES, 1999). Además, el número de proliferaciones y el recambio celular epitelial tienen un gran impacto sobre los requerimientos de proteína y energía de la mucosa del intestino delgado.

De acuerdo a JIMENEZ *et al.* (2009) indican que las partículas grandes de granos junto con dieta enzimática son estrategias que disminuyen la proliferación de patógenos y con la mejora de la dieta libre de antibióticos. Además, cierta clase de fibras insolubles es empleada como aditivo alimentario que promueve la salud del intestino (REZAEI *et al.*, 2011).

Pero se debe tener en cuenta según, SAKI (2011) La anatomía y fisiología del intestino del pollo bebe, inicia su desarrollo a partir de las 24 horas y cambia después de recibir el alimento. En caso que se retarde el suministro de alimento el peso del intestino delgado, longitud, altura y profundidad de la cripta de los diferentes segmentos se reducen.

VARASTEGANI y DAHLAN, (2014) reportan que, entre los factores ambientales y genéticos, se conoce actualmente que la fibra dietética juega un papel importante en la salud y presencia de enfermedad en los pollos. A su vez JIMÉNEZ. *et al* (2015) reporta que el crecimiento de los pollos se mejora con la adición de cantidades moderadas de fibra insoluble en la dieta, independiente del tipo de alimentación.

Mientras que SACRANIE (2012) menciona, la inclusión de fibra bruta insoluble, resultó con mejor rendimiento en performance debido por la mejora de la función de la molleja. Mientras que AMERAH (2009) reporta que la inclusión de viruta de madera procesada: Aumenta el consumo de alimento, ganancia de peso, peso de la molleja y mejoran la digestibilidad íleal del almidón.

De la misma manera la fibra insoluble actúa en el rendimiento de pollos parrilleros defiriendo del tamaño de las partículas de fibra. De acuerdo a SAKI (2011) ha demostrado que una mayor porción de pectina (fibra soluble) y celulosa (fibra insoluble) induce más variaciones en la morfología intestinal de pollos especialmente a los 14 días.

BOGUSLAWSKA *et al.* (2015) en la dieta de los pollos con la suplementación de lignocelulosa con niveles de 0.25% a 1%. Los resultados demostraron el incremento de la digestibilidad aparente de los lípidos con dosis de 1% de lignocelulosa.

Por otra parte, la suplementación de fibra insoluble micronizada (FIM) en dietas de pollos parrilleros de 42 días de edad. Comprobaron los siguientes tratamientos: 0 %, 0.3 %, 0.4 % y 0.5 % de FIM respectivamente. Los resultados obtenidos fueron: la altura de vellosidad y profundidad de cripta del íleon reportaron iguales estadísticamente para todos los tratamientos (REZAEI *et al.*, 2011).

SAKI *et al.* (2010) estudiaron la suplementación de pectina y celulosa en dietas de pollos parrilleros a los 14 días de edad, teniéndose los siguientes tratamientos T1: 0% de pectina y 0% de celulosa, T2: 2% de pectina y 1% de celulosa, T3: 1.5% de pectina y 1.5% de celulosa y T4: 1% de pectina y 2% de celulosa. Los resultados observados fueron el siguiente: con el T1, T3, y T4 reportaron mejor crecimiento de altura de vellosidad en relación al T2. A su vez en cuanto a la profundidad de cripta reportaron los siguientes resultados:

Con el T2 obtuvieron mayor crecimiento de cripta en relación de los demás tratamientos.

SARIKHAN *et al.* (2010), quienes estudiaron la suplementación de fibra bruta insoluble en dietas de pollos parrilleros a 21 días de edad, teniéndose los siguientes tratamientos T1: 0, T2: 0.25, T3: 0.50 y T4: 0.75 % de fibra bruta insoluble, respectivamente. Los resultados analizados fueron: con T4 reportaron mayor crecimiento de altura de vellosidad en relación a los demás tratamientos. Así mismo para la profundidad de cripta obtuvieron los siguientes resultados: todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de la investigación

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el área de producción del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootecnia y en el Laboratorio de Nutrición Animal ambas pertenecientes a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Está ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y región Huánuco. Se encuentra en las siguientes condiciones; geográficamente está en una altitud de 667 m.s.n.m, latitud sur 9° 17´ 17”, longitud oeste 75° 59´ 59”, con temperatura promedio anual de 24.5 °C, humedad relativa 86%, precipitación pluvial 3400 mm por año y esta área se encuentra ubicada en la zona de vida, bosque húmedo pre-montano tropical. El experimento se realizó el 05 de agosto hasta el 07 de septiembre del 2016.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo es del tipo experimental.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Equipos e instalaciones

Se utilizó un galpón con las siguientes dimensiones: 20 m de largo por 10 m de ancho, con una orientación de este a noroeste, piso de concreto, zócalo de material noble, paredes de malla metálica y encima se colocó una manta de polipropileno de color blanco, techo de calamina a dos aguas superpuestas con claraboya, postes, listones y vigas de madera. Dentro del galpón se colocaron 13 baterías de madera y cada una de estas contenían 2 jaulas de 1 m de ancho por 1.2 m de largo y 1 m de altura desde el nivel del piso, cada jaula albergaba una repetición, en ellas se acondicionaron los comederos del tipo tolva, los bebederos del tipo copa y usamos viruta más cascarilla de arroz de cama a una altura de 10 cm.

Los equipos que se usó en el experimento son: una balanza de precisión (cuantificación de mg) y tres termómetros. Los materiales que se utilizaron son: escoba, recogedor, tacho para reciclar los residuos, 15 costales, 150 bolsas y cuaderno de apuntes.

3.4. Insumo en estudio

La obtención del concentrado de fibra bruta insoluble llamado Arbocel® fue comprado una cantidad de 3 kg a la empresa GAMMAVET S.A. Además, esta fibra es un producto natural (extraído de madera) que está compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina. Cuenta con 98.68 % de fibra bruta insoluble y 1.32 % de fibra bruta soluble.

3.5. Dietas experimentales y alimentación

Las raciones fueron formuladas en el programa del Mixit-2, en base a las tablas de ROSTAGNO *et al.* (2011) y la preparación del alimento fue en la Planta Procesadora de Alimento Balanceado “El granjero” para obtener una buena homogenización en la dieta se realizó una premezcla de los micronutrientes con la fibra bruta insoluble, una vez obtenido la premezcla se procedió al mezclado final de los insumos en una mezcladora horizontal con capacidad de 100 kg por un tiempo de 10 minutos; asimismo, las dietas fueron evaluadas su composición nutricional, solamente de proteína total (anexo 1).

En la ejecución del ensayo que se realizó, los pollos recibieron iguales condiciones de manejo, alimentación y agua. La única diferencia es en el contenido de nutrientes de fibra bruta insoluble en cada uno de los tratamientos. Se suministró el alimento y agua ad libitum.

3.6. Animales experimentales

Se utilizaron 184 pollos de la línea Cobb 500, de 1 días de edad con peso promedio de 43 ± 1.14 g y fueron evaluados las siguientes etapas: inicio (1 a 7 días), crecimiento (8 a 21 días) y acabado (22 a 33 días).

3.7. Sanidad

Antes de empezar con el experimento se realizó el lavado con detergente, flameado a base de gas (menos la viruta, manta, comederos y bebederos) y el desinfectado, se utilizó creso para aplicar al piso, paredes, viruta, manta de polipropileno, comederos, bebederos. Se limpió alrededor del galpón para evitar escondites de roedores y se colocó un pediluvio y maniluvio en la entrada del galpón. También para prevenir enfermedades, se vacunó a los pollos 8 días. Protegiendo contra la triple aviar (Newcastle, gumboro y bronquitis infecciosa) y se revacunó a los 19 días de edad.

3.8. Variable independiente

Es el concentrado de fibra bruta insoluble (Arbocel®).

Cuadro 1. Dietas experimentales de pollos parrilleros en fase inicio

| Insumos | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) | T4 (%) | T5 (%) |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Maíz amarillo molido | 53.401 | 53.401 | 53.401 | 53.401 | 53.401 |
| Torta de soya | 38.012 | 38.012 | 38.012 | 38.012 | 38.012 |
| Aceite de palma | 2.514 | 2.514 | 2.514 | 2.514 | 2.514 |
| Carbonato de calcio | 1.186 | 1.186 | 1.186 | 1.186 | 1.186 |
| Fosfato monodicalcico | 1.785 | 1.785 | 1.785 | 1.785 | 1.785 |
| Sal común | 0.507 | 0.507 | 0.507 | 0.507 | 0.507 |
| Premezcla vit+min. | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| L-Lisina, 78.4% | 0.310 | 0.310 | 0.310 | 0.310 | 0.310 |
| DL-Metionina, 99% | 0.229 | 0.229 | 0.229 | 0.229 | 0.229 |
| L-Treonina, 99% | 0.106 | 0.106 | 0.106 | 0.106 | 0.106 |
| Coccidiostático | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Aflaban | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Zinc bacitracina | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| BHT ¹ | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Cloruro de colina | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| Arbocel®² | 0.000 | 0.300 | 0.600 | 0.900 | 1.200 |
| Inerte (maíz) | 1.500 | 1.200 | 0.900 | 0.600 | 0.300 |
| Total | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 |
| Valores nutricionales | | | | | |
| Proteína total, % | 22.000 | 22.000 | 22.000 | 22.000 | 22.000 |
| EM ³ , Kcal/Kg | 2960 | 2960 | 2960 | 2960 | 2960 |
| Grasa, % | 5.150 | 5.150 | 5.150 | 5.150 | 5.150 |
| Fibra bruta, % | 2.964 | 2.964 | 2.964 | 2.964 | 2.964 |
| Calcio, % | 0.920 | 0.920 | 0.920 | 0.920 | 0.920 |
| Fosforo disponible, % | 0.470 | 0.470 | 0.470 | 0.470 | 0.470 |
| Sodio, % | 0.220 | 0.220 | 0.220 | 0.220 | 0.220 |
| Lisina digestible, % | 1.324 | 1.324 | 1.324 | 1.324 | 1.324 |
| Metionina digestible, % | 0.516 | 0.516 | 0.516 | 0.516 | 0.516 |

¹ BHT: Butil Hidroxi Tolueno (antioxidante), ² Arbocel: fibra bruta insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina)³ EM: energía metabólica

Cuadro 2. Dietas experimentales de pollos parrilleros en fase de crecimiento

| INSUMOS | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) | T4 (%) | T5 (%) |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Maíz amarillo molido | 55.251 | 55.251 | 55.251 | 55.251 | 55.251 |
| Torta de soya | 35.713 | 35.713 | 35.713 | 35.713 | 35.713 |
| Aceite de palma | 3.475 | 3.475 | 3.475 | 3.475 | 3.475 |
| Carbonato de calcio | 1.164 | 1.164 | 1.164 | 1.164 | 1.164 |
| Fosfato monodicalcico | 1.456 | 1.456 | 1.456 | 1.456 | 1.456 |
| Sal común | 0.482 | 0.482 | 0.482 | 0.482 | 0.482 |
| Premix | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| L-Lisina | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 | 0.244 |
| DL-Metionina | 0.197 | 0.197 | 0.197 | 0.197 | 0.197 |
| L-Treonina | 0.066 | 0.066 | 0.066 | 0.066 | 0.066 |
| Coccidiostáticos | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Aflabán | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Zinc bacitracina | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| BHT ¹ | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Cloruro de colina | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| Arbocel®² | 0.000 | 0.300 | 0.600 | 0.900 | 1.200 |
| Inerte (maíz) | 1.500 | 1.200 | 0.900 | 0.600 | 0.300 |
| Total | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 |
| Valores nutricionales | | | | | |
| Proteína total, % | 21.000 | 21.000 | 21.000 | 21.000 | 21.000 |
| EM ³ , kcal/kg | 3050 | 3050 | 3050 | 3050 | 3050 |
| Grasa, % | 6.136 | 6.136 | 6.136 | 6.136 | 6.136 |
| Fibra bruta, % | 2.875 | 2.875 | 2.875 | 2.875 | 2.875 |
| Calcio, % | 0.841 | 0.841 | 0.841 | 0.841 | 0.841 |
| Fosforo disponible, % | 0.401 | 0.401 | 0.401 | 0.401 | 0.401 |
| Sodio, % | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 |
| Lisina digestible, % | 1.217 | 1.217 | 1.217 | 1.217 | 1.217 |
| Metionina digestible, % | 0.475 | 0.475 | 0.475 | 0.475 | 0.475 |

¹ BHT: Butil Hidroxi Tolueno (antioxidante), ² Arbocel: fibra bruta insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina)³ EM: energía metabólica

Cuadro 3. Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de acabado

| INSUMOS | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) | T4 (%) | T5 (%) |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Maíz | 57.578 | 57.578 | 57.578 | 57.578 | 57.578 |
| Torta de soya | 32.728 | 32.728 | 32.728 | 32.728 | 32.728 |
| Aceite de palma | 4.502 | 4.502 | 4.502 | 4.502 | 4.502 |
| Carbonato de calcio | 1.075 | 1.075 | 1.075 | 1.075 | 1.075 |
| Fosfato monodicalcico | 1.245 | 1.245 | 1.245 | 1.245 | 1.245 |
| Sal común | 0.458 | 0.458 | 0.458 | 0.458 | 0.458 |
| Premezcla vit.+min. | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| L-Lisina | 0.227 | 0.227 | 0.227 | 0.227 | 0.227 |
| DL-Metionina | 0.187 | 0.187 | 0.187 | 0.187 | 0.187 |
| L-Treonina | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Coccidiostáticos | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Aflabán | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Zinc bacitracina | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| BHT ¹ | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Cloruro de colina | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| Arbocel®² | 0.000 | 0.300 | 0.600 | 0.900 | 1.200 |
| Inerte(maíz) | 1.500 | 1.200 | 0.900 | 0.600 | 0.300 |
| Total | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 |
| Valores nutricionales | | | | | |
| Proteína total, % | 19.800 | 19.800 | 19.800 | 19.800 | 19.800 |
| EM ³ , Kcal/Kg | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 |
| Grasa, % | 7.193 | 7.193 | 7.193 | 7.193 | 7.193 |
| Fibra bruta, % | 2.757 | 2.757 | 2.757 | 2.757 | 2.757 |
| Calcio, % | 0.758 | 0.758 | 0.758 | 0.758 | 0.758 |
| Fosforo disponible, % | 0.354 | 0.354 | 0.354 | 0.354 | 0.354 |
| Sodio, % | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 |
| Lisina digestible, % | 1.131 | 1.131 | 1.131 | 1.131 | 1.131 |
| Metionina digestible, % | 0.452 | 0.452 | 0.452 | 0.452 | 0.452 |

¹ BHT: Butil Hidroxi Tolueno (antioxidante), ² Arbocel: fibra bruta insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina)³ EM: energía metabólica

3.9. Tratamientos

Este experimento se realizó con 5 tratamientos:

T1: Dieta balanceada sin inclusión de Arbocel

T2: Dieta balanceada con inclusión de 0.3% de Arbocel

T3: Dieta balanceada con inclusión de 0.6% de Arbocel

T4: Dieta balanceada con inclusión de 0.9% de Arbocel

T5: Dieta balanceada con inclusión de 1.2% de Arbocel

3.10. Croquis de distribución de los tratamientos

| | | |
|------|------|------|
| | | T4R5 |
| T4R1 | T2R4 | T1R3 |
| T3R4 | T4R2 | T4R4 |
| T2R2 | T4R3 | T1R4 |
| T3R1 | T3R2 | T2R1 |
| T5R1 | T5R5 | T3R3 |
| T1R2 | T2R3 | T1R1 |
| T3R5 | T5R3 | T1R5 |
| T5R4 | T2R5 | T5R2 |

3.11. Análisis estadístico

Para las variables de desempeño, se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos, 5 repeticiones y la unidad experimental fueron de 7, 6 y 5, para las fases de inicio, crecimiento y acabado, respectivamente.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

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

Dónde:

Y_{ij} = parámetros bioeconómicos de la j – ésima pollo, en el i – esimo concentrado de fibra bruta insoluble.

u = media de los parámetros bioeconómicos.

T_i = efecto del i – ésimo concentrado de fibra bruta insoluble.

E_{ij} = error experimental.

Para las variables altura de vellosidad y profundidad de cripta del yeyuno, se utilizó el DCA con arreglo factorial $5 \times 2 + 1$ (cinco niveles de FBI x dos edades + una edad control), cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ij}$$

Y_{ij} = Observación de una unidad experimental

u = Media general

α_i = Efecto del factor (Niveles de fibra bruta insoluble)

β_j = Efecto del factor (edad)

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción (Niveles de fibra bruta insoluble x edad)

E_{ij} = error experimental

Los datos de desempeño, altura de vellosidad y profundidad de cripta y parámetros económicos fueron analizados con el Software estadístico Infostat (INFOSTAT, 2016) y las diferencias entre los promedios de cada tratamiento se realizaron empleado el test de SNK (Student, Newman y keuls) y Duncan solamente para los parámetros económicos al 5%.

3.12. Variable dependiente

- Consumo diario de alimento.
- Ganancia diaria de peso.
- Conversión alimenticia.
- Altura de vellosidad y profundidad de cripta (μm) del yeyuno
- Beneficio económico.

3.13. Metodología

3.13.1. Parámetros productivos y biológicos

Consumo diario de alimento, se suministró alimento, pesando para cada repetición, luego se restó con el sobrante y dividido entre el número de pollos y días de la fase.

Ganancia diaria de peso (ΔP), los pollos fueron pesados a las 6: am, Antes del suministro de alimento y registrados individualmente en la fase de inicio (7 días), crecimiento (14 días) y acabado (12 días). Para el cálculo se empleó la siguiente fórmula.

$$\Delta P = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{tiempo(días)}}$$

Conversión alimenticia, es la relación entre el consumo de alimento y ganancia de peso. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula.

$$CA = \frac{\text{consumo de alimento}}{\text{ganancia de peso}}$$

Altura de vellosidad y profundidad de cripta (μm) del yeyuno. - Se seleccionaron los pollos al azar de cada uno de los tratamientos en los siguientes: tiempos y cantidades (4 pollos bebes en el día 0, 30 en los días 7 y 14). Además, estos pollos fueron llevados al laboratorio de Sanidad Animal, donde fueron sacrificados por el método de asfixia y extraídos una porción del yeyuno de 3 cm cortadas de forma longitudinal y extendida y fijada en cartón mediante grapas; luego fueron colocadas en envases de plástico

herméticos, con solución de formol al 10%; finalmente fueron empacados y enviados a la Universidad Particular Antenor Orego de Trijillo (UPAO), en donde fueron determinadas la altura de vellosidad y profundidad de cripta siguiendo la siguiente metodología:

Se procedió a la deshidratación y aclaramiento de las muestras, mediante el sometimiento en etanol en diferentes concentraciones y tiempos, en seguida se pasó con agua por 30 min, luego por etanol en concentraciones de 70 %, 90 % y 96 % todos con tiempos de 30 min cada uno y a 100 % por 40 min y por último en xileno por 30 min.

A continuación, se realizó la Inclusión en parafina y se mantuvo en forma semilíquida en estufa a 60 °C, luego se vertieron en moldes hasta su solidificación a medio ambiente. En seguida se realizó el corte histológico, obtenido el molde de parafina que contiene la muestra, utilizando un micrótopo de rotación, se procedió a realizar los cortes micrométricos (10 µm) obteniendo el corte del tejido impregnado en películas delgadas de parafina.

Luego se hizo el montaje en lámina portaobjetos, las películas de parafina se extendieron en Baño María (40-50 °C), luego se procedió con el desparafinado con xileno por un tiempo de 20 min y luego la hidratación con etanol al 100 % por 20 min, 96 % y 80 % ambos a 10 min cada uno y por último con agua destilada a 10 min.

Se recuperó el corte y se montó sobre una lámina portaobjetos a la cual previamente se colocó una gota de albúmina glicerinada como pegamento, en seguida se procedió a la tinción núcleo citoplasmática

utilizando colorante corriente de Hematoxilina por un tiempo de 3 min, en agua corriente por 15 min, agua destilada por 20 min, eosina por 30 segundos y finalmente agua destilada por 10 min. Luego se procedió a la deshidratación con etanol de 80 %, 96 % ambos por un tiempo de 10 min cada uno, 100 % por 20 min y por ultimo con xileno por 20 min.

Montaje, luego de la tinción y seca la muestra, adicionando una gota de bálsamo de Canadá, se colocó una laminilla (Cubre objetos) evitando, por presión la formación de burbujas de aire. La medición de las estructuras, se realizó en los cortes fijados en las láminas. De cada lámina fueron registradas 25 medidas para cada estructura, de las cuales se obtuvo el promedio. La captura de imágenes se realizó utilizando un microscopio óptico binocular de la marca Primo Star, con cámara fotográfica Carl Zeiss incorporada y conectada a un computador; la medición se realizó utilizando el software Zen 2012 de Carl Zeiss.

3.13.2. Parámetros económicos

Beneficio Neto, Es el dinero que sobró de la crianza, después de haber cubierto los pagos de costos fijos y variables. Se determinó a través en la siguiente ecuación:

$$\text{BNi} = \text{PYi} - (\text{CFi} + \text{CVi})$$

Dónde:

BNi = Beneficio neto por pollo para cada tratamiento S/.

PYi = Ingreso bruto para cada tratamiento S/.

CFi = Costo fijo por pollo para cada tratamiento S/.

CVi = Costo variable por pollo para cada tratamiento S/.

Mérito económico, es la rentabilidad del ensayo. Se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Mérito económico (\%)} = \frac{\text{Beneficio neto por tratamiento}}{\text{Costo total por tratamiento}} \times 100$$

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros productivos

4.1.1. Fase de inicio (1-7 días de edad)

En el Cuadro 4, se detallan el peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de pollos Cobb 500 machos alimentados con dietas suplementadas con fibra bruta insoluble.

Cuadro 4. Parámetros productivos de pollos para la fase de inicio en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 180)

| Tratamientos | CDA ¹ , g | GDP ² , g | CA ³ |
|--------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|
| T1 (0.00%) | 25.53 \pm 1.25 ^a | 17.37 \pm 1.25 | 1.47 \pm 0.06 |
| T2 (0.30%) | 22.48 \pm 1.02 ^b | 16.99 \pm 0.87 | 1.32 \pm 0.06 |
| T3 (0.60%) | 23.01 \pm 0.76 ^b | 15.75 \pm 1.43 | 1.47 \pm 0.13 |
| T4 (0.90%) | 23.52 \pm 1.12 ^b | 16.55 \pm 1.42 | 1.43 \pm 0.07 |
| T5 (1.20%) | 23.28 \pm 1.43 ^b | 16.54 \pm 1.23 | 1.41 \pm 0.04 |
| p-valor | 0.006 | 0.38 | 0.06 |
| CV (%) | 4.90 | 7.72 | 5.71 |

Las letras diferentes dentro de la columna para cada parámetro, indican diferencia estadística (SNK 5%)

¹CDA: Consumo diario de alimento, ²GDP: Ganancia diaria de peso y ³CA: Conversión alimenticia

4.1.2. Fase de crecimiento (8-21 días de edad)

En el Cuadro 5, se detallan el peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de pollos Cobb 500 machos alimentados con raciones suplementadas con fibra bruta insoluble.

Cuadro 5. Parámetros productivos de pollos para la fase de crecimiento en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 145)

| Tratamientos | CDA ¹ , g | GDP ² , g | CA ³ |
|--------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|
| T1 (0.00%) | 76.49 \pm 3.92 | 50.30 \pm 3.96 ^{ab} | 1.53 \pm 0.13 |
| T2 (0.30%) | 77.44 \pm 6.50 | 52.98 \pm 2.77 ^a | 1.46 \pm 0.05 |
| T3 (0.60%) | 76.46 \pm 1.72 | 50.62 \pm 2.57 ^{ab} | 1.51 \pm 0.10 |
| T4 (0.90%) | 80.74 \pm 6.62 | 53.41 \pm 1.54 ^a | 1.51 \pm 0.15 |
| T5 (1.20%) | 78.44 \pm 4.53 | 49.21 \pm 1.64 ^b | 1.59 \pm 0.08 |
| p-valor | 0.59 | 0.04 | 0.48 |
| CV (%) | 6.01 | 4.45 | 7.32 |

Las letras diferentes dentro de la columna para cada parámetro, indican diferencia estadística (SNK, 5%)

¹CDA: Consumo diario de alimento, ²GDP: Ganancia diaria de peso y ³CA: Conversión alimenticia

4.1.3. Fase de acabado (22-33 días de edad)

En el Cuadro 6, se detallan el peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de pollos Cobb500 Machos alimentados con raciones suplementadas con fibra bruta insoluble.

Cuadro 6. Parámetros productivos de pollos para la fase de acabado en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 145)

| Tratamientos | CDA ¹ , g | GDP ² , g | CA ³ |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| T1 (0.00%) | 135.27 \pm 4.64 | 79.10 \pm 2.57 | 1.71 \pm 0.07 |
| T2 (0.30%) | 136.12 \pm 5.45 | 79.93 \pm 4.32 | 1.70 \pm 0.07 |
| T3 (0.60%) | 132.62 \pm 4.30 | 73.32 \pm 3.59 | 1.81 \pm 0.06 |
| T4 (0.90%) | 134.05 \pm 10.16 | 74.37 \pm 9.69 | 1.82 \pm 0.21 |
| T5 (1.20%) | 139.20 \pm 10.25 | 77.50 \pm 5.98 | 1.80 \pm 0.09 |
| p-valor | 0.69 | 0.37 | 0.35 |
| CV (%) | 5.38 | 7.73 | 6.42 |

¹CDA: Consumo diario de alimento, ²GDP: Ganancia diaria de peso y ³CA: Conversión alimenticia

4.1.4. Periodo total (1-33 días de edad)

En el Cuadro 7, se detallan el peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de pollos Cobb 500 machos alimentados con raciones suplementadas con fibra bruta insoluble.

Cuadro 7. Parámetros productivos de pollos para el periodo total en función a tratamientos (Promedios \pm desviación estándar, n = 157)

| Tratamientos | CDA ¹ , g | GDP ² , g | CA ³ |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| T1 (0.00%) | 87.78 \pm 2.91 | 54.19 \pm 2.12 | 1.62 \pm 0.06 |
| T2 (0.30%) | 87.82 \pm 3.43 | 55.23 \pm 1.07 | 1.59 \pm 0.05 |
| T3 (0.60%) | 84.50 \pm 1.88 | 51.13 \pm 2.01 | 1.65 \pm 0.07 |
| T4 (0.90%) | 88.38 \pm 6.09 | 53.12 \pm 3.58 | 1.67 \pm 0.07 |
| T5 (1.20%) | 88.06 \pm 5.31 | 52.52 \pm 2.73 | 1.68 \pm 0.07 |
| p-valor | 0.62 | 0.14 | 0.27 |
| CV (%) | 4.92 | 4.71 | 4.09 |

¹CDA: Consumo diario de alimento, ²GDP: Ganancia diaria de peso y ³CA: Conversión alimenticia

4.2. Parámetros biológicos

En el Cuadro 8, se observan los Promedios \pm desviación estándar de las medidas de altura de vellosidad (AV) y profundidad de cripta (PC) del íleon de pollos Cobb500 machos de las edades de 1, 7 y 14 días en función a suplementación de niveles de fibra bruta insoluble en la dieta.

Cuadro 8. Altura de vellosidad y Profundidad de cripta en μm de yeyuno de pollos Cobb 500 en función a dosis y edades (Promedios \pm desviación estándar)

| Factores | Medición de íleon (μm) | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | AV ¹ | PC ² | R:AV/PC ³ | |
| Edad | P= 0.0001 | P= 0.0001 | p= 0.0231 | |
| Fibra bruta insolubles | P= 0.63 | p= 0.12 | p= 0.0900 | |
| Edad x F. bruta insoluble | p= 0.22 | p= 0.08 | p= 0.0598 | |
| C.V. (%) ⁴ | 16.65 | 26.58 | 22.54 | |
| Dosis fibra bruta insoluble | n ⁵ | | | |
| T1 (0.0%) | 6 | 321.08 \pm 172 | 53.02 \pm 37 | 6.22 \pm 1.86 |
| T2 (0.3%) | 6 | 388.83 \pm 72 | 54.71 \pm 15 | 7.41 \pm 2.02 |
| T3 (0.6%) | 6 | 415.16 \pm 135 | 66.40 \pm 18 | 6.20 \pm 1.07 |
| T4 (0.9%) | 5 | 443.60 \pm 104 | 55.10 \pm 17 | 8.34 \pm 1.85 |
| T5 (1.2%) | 5 | 411.08 \pm 71 | 76.24 \pm 38 | 6.41 \pm 2.70 |
| Edad (días) | | | | |
| 1 | 4 | 135.57 \pm 38 ^c | 20.61 \pm 40 ^c | 6.56 \pm 1.12 ^b |
| 7 | 13 | 354.45 \pm 66 ^b | 47.86 \pm 90 ^b | 7.65 \pm 2.00 ^a |
| 14 | 15 | 477.19 \pm 70 ^a | 80.60 \pm 26 ^a | 6.13 \pm 1.93 ^b |

Las letras diferentes dentro de las columnas, indican diferencia estadística (SNK 5%), ¹AV: Altura de vellosidad, ²PC: Profundidad de cripta, ³R: AV/PC: Relación altura de la vellosidad y profundidad de cripta, ⁴C.V. (%): Coeficiente de variación y ⁵n: número de muestras.

4.3. Parámetros económicos

En el Cuadro 9, se observa el beneficio neto (BN) y Mérito económico de pollos Cobb 500 machos alimentados con raciones suplementadas con fibra bruta insoluble.

Cuadro 9. Análisis económicos en función a tratamientos en pollos Cobb 500 machos en periodo total

| Tratamientos | Yi ¹ | PYi ² (S/.) | Costo total /pollo | BN ³ | Mérito económico (%) |
|--------------|-----------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|
| T1 (0.0%) | 1827 | 12.45 | 10.18 | 2.27 ^{ab} | 22.28 ^{ab} |
| T2 (0.3%) | 1837 | 12.69 | 10.23 | 2.46 ^b | 24.10 ^b |
| T3 (0.6%) | 1758 | 11.76 | 10.06 | 1.70 ^a | 16.93 ^a |
| T4 (0.9%) | 1770 | 12.21 | 10.33 | 1.88 ^{ab} | 18.14 ^a |
| T5 (1.2%) | 1808 | 12.08 | 10.35 | 1.73 ^a | 16.65 ^a |
| p-valor | | | | 0.04 | 0.03 |

Las letras diferentes dentro de las columnas, indican diferencia estadística (Duncan 5%), Yi¹: peso (g) de pollo a los 33 días, PYi²: ingreso(S/.) bruto a su vez el precio del pollo: S/. 6.8/kg y BN³: beneficio neto.

V. DISCUSIÓN

5.1. Parámetros productivos

5.1.1. Fase de inicio (1-7 días de edad)

Consumo diario de alimento.- El consumo diario de alimento de pollos machos en fase de inicio, fue influenciada ($p < 0.05$) por el control; observándose que, los pollos alimentados con dietas sin suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron mayor consumo diario de alimento (25.53 g) comparado con los otros tratamientos.

Entretanto, JIMÉNEZ *et al.* (2015) observaron que los pollos en esta fase de inicio necesitan cantidades moderadas de fibra bruta insoluble, reportando un consumo de alimento igual para todos tratamientos. Posiblemente es por factores antinutricionales que contiene las fuentes de fibra insoluble que principalmente son: los taninos, fenilpropanoides y flavonoides que actúan inhibiendo la digestión y absorción de nutrientes. Por otra parte, SAKI *et al.* (2011) demuestran que los pollos que recibieron proporciones de 1.5 % de pectina y 1.5 % de celulosa consumieron más alimento.

El consumo diario de alimento de pollos parrilleros machos en fase de inicio (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra

bruta insoluble fue de (25.53 g). Sin embargo, estos resultados fueron mayores a los reportes de ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012) y SANDOVAL (2012) quienes reportaron 24.80, 21.57 y 19.66 g, respectivamente; de consumo diario de alimento.

En el presente trabajo, los pollos que consumieron dietas con inclusión de fibra bruta insoluble descendieron dicho parámetro, esto podría deberse a factores como retardo en la tasa de pasaje, por las partículas grandes de fibra bruta insoluble y generando la sensación de saciedad. Además, JIMÉNEZ *et al.* (2015) menciona que la disminución de consumo de alimento, es por los posibles factores antinutricionales que contiene las fuentes de fibra insoluble.

Ganancia diaria de peso.- la ganancia diaria de peso de pollos machos en fase de inicio, no fueron influenciadas ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos alimentados con dietas sin suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron mayor ganancia diaria de peso (17.37 g); sin embargo, los pollos que consumieron dietas suplementadas con 0.6% de fibra bruta insoluble, reportaron menor ganancia diaria de peso (15.75 g). Entre tanto, SAKI *et al.* (2011) observaron que los pollos que recibieron bajos contenidos de pectina y mayor contenido de celulosa ganaron más peso.

Los valores de ganancia diaria de peso de pollos parrilleros machos en fase de inicio (control), alimentados con dieta sin suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 17.37 g. Sin embargo, estos resultados son menores

a ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012) y SANDOVAL (2012) quienes reportaron 21.10, 19.43 y 17.02 g, respectivamente; de ganancia diaria de peso; estos resultados podrían deberse a la calidad genética de los pollos y a factores medio ambientales.

Conversión alimenticia.- la conversión alimenticia de pollos machos en fase de inicio, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos que consumieron dietas con inclusión de 0.3 % de fibra bruta insoluble, reportaron mayor conversión alimenticia (1.32); entretanto; los pollos que consumieron dietas con inclusión de control (0) y 0.6% de fibra bruta insoluble, reportaron menor conversión alimenticia (1.47).

Estos resultados son semejantes a los trabajos de SAKI *et al.* (2011) demostraron que la suplementación de pectina y celulosa fueron iguales de conversión alimenticia en todos los tratamientos. Entretanto; JIMÉNEZ *et al.* (2015) obtuvieron un efecto positivo con independencia del tipo de alimentación, con 2.5 % de cascarilla de girasol reportaron una eficiente conversión alimenticia.

La conversión alimenticia de pollos parrilleros machos en fase de inicio (control), alimentados con dieta sin suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 1.47; Así mismo, ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012) y SANDOVAL (2012) reportaron una conversión alimenticia más eficientes (1.18, 1.11 y 1.16) respectivamente; Estos resultados podrían deberse a la calidad de la genética de pollos y a factores medio ambientales.

5.1.2. Fase de crecimiento (8-22 días de edad)

Consumo diario de alimento.- El consumo diario de alimento de pollos machos en fase de crecimiento, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos alimentados con dietas con inclusión de 0.9% de fibra bruta insoluble, reportaron mayor consumo diario de alimento (80.74 g); entretanto; los pollos que consumieron dietas con niveles de inclusión con 0.6% de fibra bruta insoluble, reportaron menor consumo diario de alimento (76.46 g).

Estos resultados son similares al trabajo de SARIKHAN *et al.* (2010) comentan que, con suplementación de fibra bruta insoluble en dietas, el consumo de alimento fue igual para todos los tratamientos. De la misma manera JIMÉNEZ *et al.* (2015) cuando utilizaron fuentes de fibra bruta insoluble. Entretanto; AMERAH, *et al.* (2009) demostraron que con 0.6 % de celulosa microcristalina consumieron más alimento. De igual manera, SAKI *et al.* (2011), observaron que con suplementación de bajos niveles de pectina y altos en celulosa se logra mejorar dicho parámetro.

Los valores de consumo diario de alimento para los pollos parrilleros machos en la fase de crecimiento (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron 76.49 g de consumo diario de alimento, Estos resultados son mayores a los reportes de ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012) y SANDOVAL (2012) quienes reportaron 75.70, 68.21 y 72.72 g respectivamente de consumo diario de alimento.

Ganancia diaria de peso.- La ganancia diaria de peso de pollos machos en fase de crecimiento, fue influenciada ($p < 0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; observándose que, los pollos alimentados con dietas suplementadas con 0.3 y 0.9 % de fibra bruta insoluble reportaron mayor ganancia diaria de peso (52.98 y 53.41 g); comparado a los pollos alimentados con dietas suplementadas con 1.2 % de fibra bruta insoluble, reportaron menor ganancia diaria de peso (49.21 g).

Estos resultados son concordantes con SAKI *et al.* (2011), demostraron que sin suplementación de pectina y celulosa (control) ganaron más peso. Entretanto, el trabajo de AMERAH *et al.* (2009), encontraron que al incluir fuentes de fibra bruta insoluble en la dieta de pollos parrilleros, observaron ganancia de peso iguales en todas los tratamientos. Del mismo modo, SARIKHAN *et al.* (2010), con suplementación de fibra bruta insoluble. De la misma forma JIMÉNEZ *et al.* (2015), cuando utilizaron cáscara de avena, cáscara de arroz y cascarilla de girasol.

Los valores de ganancia diaria de peso para los pollos parrilleros machos en la fase de crecimiento (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron 50.30 g de ganancia diaria de peso, estos resultados son menores a los reportes de ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012) y SANDOVAL (2012) quienes reportaron 53.90, 54.21 y 61.94 g respectivamente de ganancia diario de peso. Podrían deberse a la calidad genética de pollos y a factores medio ambientales.

Conversión alimenticia.- la conversión alimenticia de pollos machos en fase de crecimiento, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos alimentados con dietas con inclusión de 0.3 % de fibra bruta insoluble, reportaron eficiente conversión alimenticia (1.46); entretanto; los pollos que consumieron dietas con inclusión de 1.2% de fibra bruta insoluble, reportaron deficiente conversión alimenticia (1.59).

Estos resultados son similares al trabajo de JIMÉNEZ *et al.* (2015) quienes demostraron con uso de fuentes de fibra bruta insoluble obtuvieron una conversión alimenticia igual para todos tratamientos. Entretanto; AMERAH *et al.* (2009) observaron con 0.6 % de celulosa microcristalina reportaron una mejor conversión alimenticia. De la misma manera, SAKI *et al.* (2011) con suplementación de pectina y celulosa. Del mismo modo SARIKHAN *et al.* (2010) con 0.50 y 0.75 % de fibra bruta insoluble respectivamente.

La conversión alimenticia de pollos parrilleros machos en fase de crecimiento (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 1.53; sin embargo, ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012) y SANDOVAL (2012) reportaron una conversión alimenticia más eficientes (1.40, 1.26 y 1.17) respectivamente; Estos resultados podrían deberse a la calidad genética de pollos y a factores medio ambientales.

5.1.3. Fase de acabado (22-33 días de edad)

Consumo diario de alimento.- El consumo diario de alimento de pollos machos en fase de acabado, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos alimentados con dietas con inclusión de 1.2 % de fibra bruta insoluble, reportaron mayor consumo diario de alimento (139.2 g); entretanto; los pollos que consumieron dietas con niveles de inclusión con 0.6% de fibra bruta insoluble, reportaron menor consumo diario de alimento (132.62 g).

Estos resultados son equivalentes al trabajo de SARIKHAN *et al.* (2010) demostraron que los pollos que recibieron suplementación de fibra bruta insoluble, el consumo de alimento fueron iguales para todos los tratamientos. Entretanto, el trabajo de SAKI *et al.* (2011) con suplementación de alto contenido de celulosa y bajo en pectina consumieron más alimento.

El consumo diario de alimento de pollos parrilleros machos en fase de acabado (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 135.27 g. Sin embargo, ROSTAGNO *et al.* (2011) COBB VANTRES (2012), SANDOVAL (2012) y MEDINA (2016) reportaron un consumo diario de alimento más eficientes (153.60, 158.83, 157.08 y 162 g) respectivamente; Estos resultados podrían deberse a la calidad genética de pollos y a factores medio ambientales.

Ganancia diaria de peso.- La ganancia diaria de peso de pollos machos en fase de acabado, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos alimentados con dietas con inclusión de 0.3 % de fibra bruta insoluble, reportaron mayor ganancia diaria de peso (79.93 g); entretanto; los pollos que consumieron dietas con niveles de inclusión con 0.6 % de fibra bruta insoluble, reportaron menor ganancia diaria de peso (73.32 g).

Entretanto, el trabajo de SARIKHAN *et al.* (2010) observaron con dosis de 0.25, 0.50 y 0.75 % de fibra bruta insoluble respectivamente en dietas de pollos parrilleros, obtuvieron mejor ganancia de peso. De la misma forma SAKI *et al.* (2011) demostraron sin suplementación de pectina y celulosa (control)

La ganancia diaria de peso para los pollos parrilleros machos en fase de acabado (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron 79.10 g de ganancia diaria de peso, estos resultados son menores a los reportes de ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012), SANDOVAL (2012) y MEDINA (2016) quienes reportaron 89.30, 89.83, 82.94 y 91.06 g respectivamente; de ganancia diaria de peso. Estos resultados podrían deberse a la calidad genética de pollos y a factores ambientales.

Conversión alimenticia.- La conversión alimenticia de pollos machos en fase de acabado, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas

dietas; sin embargo, los pollos que consumieron dietas con inclusión de 0.3 % de fibra bruta insoluble, reportaron eficiente conversión alimenticia (1.70); entretanto; los pollos que consumieron dietas con inclusión de 0.9 % de fibra bruta insoluble, reportaron deficiente conversión alimenticia (1.82).

Entretanto; SARIKHAN *et al.* (2010), observándose que los pollos que recibieron suplementación de fibra bruta insoluble obtuvieron mejor conversión alimenticia. Además, SAKI *et al.* (2011) cuando los pollos consumieron de 1% de pectina y 2% de celulosa.

La conversión alimenticia de pollos parrilleros machos en fase de acabado (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 1.71. Sin embargo, ROSTAGNO *et al.* (2011), COBB VANTRES (2012), SANDOVAL (2012) y MEDINA (2016) reportaron una conversión alimenticia menos eficientes (1.72, 1.77, 1.89 y 1.78) respectivamente.

En esta fase la fibra no afecta a los parámetros productivos. Posiblemente se debe a que en esta edad el sistema digestivo está preparado para lidiar con fibra. Del mismo modo SAKI *et al.* (2011), reporta que los pollos de mayor edad se adaptan a las dietas que contiene fibra bruta insoluble mediante el desarrollo de los ciegos.

5.1.4. Periodo total (1-33 días de edad)

Consumo diario de alimento, El consumo diario de alimento de pollos machos en periodo total, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos que consumieron dietas con inclusión de 0.9 % de fibra bruta insoluble, reportaron mayor consumo diario de alimento (88.38 g); entretanto; los pollos que consumieron dietas con niveles de inclusión con 0.6 % de fibra bruta insoluble, reportaron menor consumo diario de alimento (84.50 g).

Estos resultados son equivalentes al trabajo de SARIKHAN *et al.* (2010) analizaron a los pollos que recibieron fibra bruta insoluble sobre el consumo de alimento fue igual para todos los tratamientos. Del mismo modo REZAEI *et al.* (2011) cuando consumieron fibra insoluble micronizada. Entretanto; SAKI *et al.* (2011), observaron que los pollos que recibieron bajos contenidos de pectina y mayor contenido de celulosa consumieron más alimento).

El consumo diario de alimento de pollos parrilleros machos en periodo total (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 87.78 g de consumo diario de alimento. Sin embargo, estos resultados son menores a los reportes de ROSTAGNO *et al.* (2011) y COBB VANTRES (2012) quienes reportaron 93.23 y 91.27 g respectivamente; de consumo diario de alimento. Estos resultados podrían deberse a la calidad genética de pollos y a factores medio ambientales.

Ganancia diaria de peso, la ganancia diaria de peso de pollos machos en periodo total, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos que consumieron dietas con inclusión de 0.3 % de fibra bruta insoluble, reportaron mayor ganancia diaria de peso (55.23 g); entretanto; los pollos que consumieron dietas con niveles de inclusión con 0.6 % de fibra bruta insoluble, reportaron menor ganancia diaria de peso (51.13 g),

resultados que difieren de los encontrados por SARIKHAN *et al.* (2010), observaron que los pollos que recibieron suplementación de fibra bruta insoluble en diferentes niveles ganaron más peso. De igual manera obtuvo REZAEI *et al.* (2011) reportaron una regresión lineal positiva, cuando incluyeron fibra insoluble micronizada. De la misma forma SAKI *et al.* (2011) cuando los pollos consumieron dietas sin suplementación de pectina y celulosa.

La ganancia diaria de peso de pollos parrilleros machos en periodo total (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 54.19 g de ganancia diaria de peso. Sin embargo, estos resultados son menores a los reportes de ROSTAGNO *et al.* (2011) y COBB VANTRES (2012) quienes reportaron 59.82 y 59.79 g respectivamente; de ganancia diaria de peso. Estos resultados podrían deberse a la calidad genética de pollos y a factores medio ambientales.

Conversión alimenticia, La conversión alimenticia de pollos machos en periodo total, no fue influenciada ($p>0.05$) por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas

dietas; numéricamente, los pollos que consumieron con inclusión de 0.3 % de fibra bruta insoluble, reportaron eficiente conversión alimenticia (1.59); entretanto; los pollos que consumieron dietas con inclusión de 1.2 % de fibra bruta insoluble, reportaron deficiente conversión alimenticia (1.68).

Entretanto; SARIKHAN *et al.* (2010), observaron que los pollos cuando consumieron fibra bruta insoluble, la conversión alimenticia fue igual para todos los tratamientos. Por otra parte SAKI *et al.* (2011) cuando consumieron 1 % de pectina y 2 % de celulosa encontraron eficiente conversión alimenticia. Además, REZAEI *et al.* (2011) reportaron una regresión lineal negativa, cuando incluyeron fibra insoluble micronizada en diferentes niveles.

La conversión alimenticia de pollos parrilleros machos en periodo total (control), alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 1.62 de conversión alimenticia. Sin embargo, estos resultados son deficientes a los reportes de ROSTAGNO *et al.* (2011) y COBB VANTRES (2012) quienes reportaron 1.47 y 1.53 respectivamente; de conversión alimenticia. Estos resultados podrían deberse por la calidad genética de pollos y a factores medio ambientales.

5.2. Parámetros biológicos

5.2.1. Altura de vellosidad intestinal (yeyuno)

Inclusión de diferentes niveles de fibra bruta insoluble.

La altura de la vellosidad de pollos machos, no fueron influenciadas ($p>0.05$), por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos alimentados con dietas suplementadas con 0.9% de fibra bruta insoluble, reportaron mayor altura de vellosidad (443.60 μm); entretanto, los pollos que consumieron dietas sin suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron menor altura de vellosidad (321.08 μm).

Estos resultados son equivalentes al trabajo de REZAEI *et al.* (2011) quienes observaron que los pollos cuando recibieron fibra insoluble micronizada, la altura de vellosidad intestinal fue igual para todos los tratamientos. Entretanto; SAKI *et al.* (2010), cuando consumieron bajos contenidos de pectina y alto en celulosa reportaron mayor crecimiento de altura de vellosidad. Además, SARIKHAN *et al.* (2010) con 0.75 % de fibra bruta insoluble reportaron mejor crecimiento de vellosidad.

Los valores de altura de vellosidad de yeyuno de pollos parrilleros machos, alimentados con dieta sin suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 321.08 μm de altura de vellosidad, este resultado es menor al reporte de SAKI *et al.* (2011) y BETANCOURT *et al.* (2012), quienes reportaron 366.11 y 355 μm , respectivamente. Estos resultados podrían deberse a las variaciones de la edad y a la calidad genética de pollos (los huevos en las

incubadoras al momento de eclosionar los pollos bebes pasan a ser clasificados según el tamaño en categoría 1, 2 y 3) y a factores medio ambientales, si bien se conoce en nuestro país existe una diversidad de climas.

La relación altura de la vellosidad versus profundidad de cripta, indica que, a mayor relación es mejor y cuando la relación es menor la salud intestinal es deficiente; Los resultados (Cuadro 8) de la relación altura de vellosidad y profundidad de cripta reportan que con la suplementación de 0.9% de fibra bruta insoluble se obtuvo la mejor relación $8.34 \mu\text{m}/\mu\text{m}$ comparado a los pollos alimentados con 1.2% que reportaron $6.41 \mu\text{m}/\mu\text{m}$, resultados similares fueron obtenidos por LÓPEZ *et al.* (2008) quienes reportaron $4.49 \mu\text{m}/\mu\text{m}$ en pollos alimentados con una dieta comercial a los 22 días de edad.

La suplementación de fibra bruta insoluble en dietas de pollos parrilleros a una dosis de 0, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2% respectivamente, se observa numéricamente; cuando se agrega más fibra bruta insoluble en la dieta, la altura de la vellosidad tiende a descender, podrían deberse que la fibra bruta insoluble puede acelerar el tránsito intestinal. Esta aceleración disminuye el tiempo disponible para la digestión y absorción de nutrientes por lo que restringe su utilización (SAVÓN, 2002).

Se entiende que a menor funcionamiento de absorción de las vellosidades estos tienden a disminuir su crecimiento, este comportamiento es contrastada con SAKI *et al.* (2010) quienes reportaron la disminución de la altura de vellosidad se asocia con una reducción de absorción intestinal y de superficie. De la misma forma ESCUDERO Y GONZÁLES (2006) menciona que

la fibra insoluble es capaz de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento fecal que acelera el tránsito intestinal en humanos.

Además, el tamaño de partícula de fibra bruta insoluble fue granulada (mm) a comparación de otros trabajos de investigación, la fuente de fibra insoluble fue por debajo de 2 mm y en μm de diámetro, cabe mencionar, que el incremento del tránsito intestinal por la presencia de fibra se halla estrechamente relacionado por el tamaño de partícula. De manera que en reducción en el tamaño de partículas disminuye la velocidad de tránsito de las digestas en el tracto gastrointestinal (SAVÓN, 2002) Se entiende que los gránulos de fibra juntamente con la digesta, en el presente trabajo su velocidad fue rápida. Por lo tanto, AMERAH *et al.* (2009) menciona, el efecto de fibra bruta insoluble en el desarrollo del tracto digestivo difiere dependiendo de la fuente y el tamaño de fibra.

Efecto de la edad, la altura de la vellosidad del yeyuno fue influenciada ($p < 0.05$), por la edad; observándose, los pollos que tuvieron 14 días de edad, reportaron mayor altura de vellosidad ($477.19 \mu\text{m}$); entretanto, los pollos de un día, reportaron menor altura de vellosidad ($135.57 \mu\text{m}$). A comparación de SARIKHAN *et al.* (2010) quienes reportaron una altura de vellosidad de $710.57 \mu\text{m}$ en pollos de 21 días de edad. Por otra parte, SAKI *et al.* (2011) obtuvieron una altura de vellosidad de $366.11 \mu\text{m}$ en pollos de 14 días de edad. Estas diferencias podrían deberse por la calidad genética (los pollos cada año se hacen más eficientes).

5.2.2. Profundidad de cripta intestinal (yeyuno)

Inclusión de diferentes niveles de fibra bruta insoluble,

La profundidad de cripta del yeyuno de pollos machos, no fue influenciada ($p>0.05$), por la suplementación de diferentes niveles de fibra bruta insoluble en sus respectivas dietas; sin embargo, los pollos alimentados con dietas con 1.2% de suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron mayor profundidad de cripta (76.24 μm); entretanto, los pollos que consumieron dietas sin suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron menor profundidad de cripta (53.02 μm).

Estos resultados son equivalentes al trabajo de SARIKHAN *et al.* (2010) demostraron que los pollos cuando consumen fibra bruta insoluble, la profundidad de cripta es igual para todos los tratamientos. Del mismo modo REZAEI *et al.* (2011) quienes utilizaron fibra insoluble micronizada en diferentes niveles. Entretanto; SAKI *et al.* (2010) con 2 % de pectina y 1 % de celulosa, la profundidad cripta fue mayor a los 14 días de edad.

Los valores de profundidad de cripta de pollos parrilleros machos, alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, fue de 53.02 μm de profundidad de cripta. Sin embargo, estos resultados son menores a los reportes de SAKI *et al.* (2011) quienes reportaron 90.45 μm de profundidad de cripta. Estos resultados podrían deberse a la calidad genética de pollos y a factores medio ambientales.

La suplementación de fibra bruta insoluble en dietas de pollos parrilleros a una dosis de 0, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2 %, respectivamente; se

observa; cuando se agrega más fibra bruta insoluble en la dieta, la profundidad de cripta tiende a ascender, esto lo explica SAKI *et al.* (2011) cuando la cripta es grande, indica recambio de tejido rápido y una gran demanda de nuevos tejidos es debido por la presencia de bacterias anaeróbicas cuando se agrega pectina (alta fermentación) en la dieta. Sin embargo, cualquier recambio de tejido adicional aumentará la cantidad de nutrientes necesarios para el mantenimiento y disminuirá la eficiencia del ave.

Es contrastada con ESCUDERO Y GONZÁLES (2006) comentan que todos los tipos de fibra con excepción de la lignina pueden ser fermentados por bacterias intestinales, aunque las solubles lo son en mayor cantidad más que las insolubles. La celulosa tiene una capacidad de fermentación entre 20 y el 80% y la hemicelulosa del 60 al 90% en humanos.

Efecto de la edad, la profundidad de cripta del yeyuno fue influenciada ($p < 0.05$), por la edad; observándose, los pollos que tuvieron 14 días de edad, reportaron mayor profundidad de cripta ($80.60 \mu\text{m}$); entretanto, los pollos de un día, reportaron menor profundidad de cripta ($20.61 \mu\text{m}$). A comparación de SARIKHAN *et al.* (2010) quienes reportaron una profundidad de cripta de $205.90 \mu\text{m}$ en pollos de 21 días de edad. Por otra parte, SAKI *et al.* (2011) obtuvieron una profundidad de cripta de $90.45 \mu\text{m}$ en pollos de 14 días de edad. Estas diferencias podrían deberse por la calidad genética (los pollos cada año se hacen más eficientes).

5.3. Parámetros económicos

5.3.1. Beneficio neto y mérito económico

El Beneficio neto y mérito económico de pollos machos de todas las fases, con dietas suplementadas de diferentes niveles de fibra bruta insoluble; sin embargo, los pollos alimentados con dietas bajas en suplementación de fibra bruta insoluble reportaron diferencias ($p < 0.05$) con las mejores retribuciones económicas de S/. 2.46 y 24.10 % entretanto; los pollos que consumieron dietas con altos niveles de inclusión de fibra bruta insoluble, reportaron menor Beneficio neto y mérito económico (S/. 1.90 y 18.67%).

Estos resultados son diferentes al trabajo de VILLON (2014) quien indica que, añadiendo fibra insoluble en dietas comerciales para pollos de la línea Ross 308, no se ve influenciada el beneficio neto y el mérito económico entre los tratamientos evaluados.

Los valores de mérito económico para los pollos parrilleros machos en todas sus fases, alimentados con dieta sin la suplementación de fibra bruta insoluble, reportaron un mérito económico de 22.28 %. Estos resultados son mayores a los tratamientos testigos de los trabajos de NAVARRO (2014), MEDINA (2016) y LIVIAC (2015) quienes reportaron una rentabilidad de, 20.07%, 22.84% y 22.38% respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el trabajo, con la suplementación de fibra bruta insoluble en dietas para pollos parrilleros de 1 a 33 días de edad, se llega a las siguientes conclusiones:

- Los pollos parrilleros de 1 a 7 días de edad, alimentados con dietas sin suplementación de FBI consumieron más alimento. Los pollos de 8 a 21 días de edad ganaron más peso cuando la suplementación de FBI fue de 0.3 y 0.9%
- La altura de vellosidad y profundidad de cripta no son influenciados por la suplementación de FBI en dietas balanceadas de pollos parrilleros. Pero, a mayor edad, la altura y la profundidad de cripta aumenta gradualmente.
- La suplementación de 0.3% de fibra bruta insoluble en la dieta para pollos parrilleros machos, de 1 a 33 días de edad, reporta mejora económica.

VII. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en la evaluación se puede recomendar lo siguiente:

- Se recomienda el uso de 0.3% de fibra bruta insoluble en la dieta para pollos parrilleros, porque incrementa la rentabilidad y mejora la ganancia diaria de peso en la fase de crecimiento.
- Continuar los trabajos de investigación, de digestibilidad, peso de los órganos digestivos y carcasa empleando fibra bruta insoluble.
- Tener en cuenta los diversos factores ambientales que influyen en la parte experimental de la investigación.

VIII. ABSTRACT

The objective was to evaluate the bio economic parameters of broiler chickens supplemented with insoluble fiber (FBI – acronym in Spanish), where 184 chickens with one day of age and 42.9 ± 1.12 g were used and distributed in a completely randomized design (CRD; DCA – acronym in Spanish), with five treatments, five repetitions and each repetition with seven, six and five chickens; also, the biological parameters were processed with a DCA with a factorial arrangement ($5 \times 2 + 1$) and the difference of the averages using the SNK (Student, Newman and Keuls) and the 5% Duncan tests. The evaluated treatments were: T1 balanced diet with no inclusion of FBI, T2: balanced diet with a 0.3% inclusion of FBI, T3: balanced diet with a 0.6% inclusion of FBI, T4: balanced diet with a 0.9% inclusion of FBI and T5: balanced diet with a 1.2% inclusion of FBI. The results indicated that the productive and biological parameters were not influenced ($p > 0.05$) by the inclusion of FBI in the respective diets; meanwhile, the age of the birds influenced ($p < 0.05$) villus height and the crypt depth as well as the economic parameters. It is concluded that the gradual supplementation of FBI in the balanced diets of broiler chickens from one to thirty three days of age did not influence the biological parameters with the exception of the villus height and the crypt, which were barely influenced by the age of the birds; meanwhile, the chickens that consumed diets with 0.3% FBI reported better economic indices.

Keywords: Food conversion, villus height, crypt depth, intestinal health, economic evaluation

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, R., CARABANO, R., DELGADO R., MENOYO D., GARCIA J. 2011
Cuantificación de la fibra soluble mediante distintas metodologías gravimétricas. *Journal*, 14 (1): 294-296.
- AMERAH, A., RAVINDRAN, V., LENTLE, R. 2009. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *Ciencia Avícola Británico*, 50(3): 366-375.
- BETANCOURT, L.; ARIZA, C.; AFANADOR, G. 2012. Effects of supplementation with oregano essential oil on ileal digestibility, intestinal histomorphology, and performance of broiler chickens. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 25:240-251.
- BOGUSŁAWSKA, M., PIOTROWSKA, A., SZYMECZKO, R., BURLIKOWSKA, K. 2016. Effect of dietary lignocellulose on ileal and total tract digestibility of fat and fatty acids in broiler chickens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 100(6): 1050-1057.

- BUENO, D., LÓPEZ, N., RODRIGUEZ, F., PROCURA, F. 2016. Producción de pollos parrilleros en países sudamericanos y planes sanitarios nacionales para el control de *Salmonella* en dichos animales. 36(2). [En línea]: Scielo, (http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314369X2016000200001#tab2, Revista, 30 de Nov. 2017).
- CHAVEZ, M., DOMINE, M. 2013. Lignina, estructura y aplicaciones: métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial. Avances en Ciencias e Ingeniería, 4(4): 15-46.
- ESCUADERO, E., GONZÁLEZ, P. 2006. La fibra dietética, 21(2): 61-72.
- GARCÍA, O., INFANTE, R., RIVERA, C. 2008. Hacia una definición de fibra alimentaria. Venezolanos de Nutrición, 21(1): 25-30.
- GUTIERREZ, N., KERR, B., PATIENCE, J. 2013. Effect of insoluble-low fermentable fiber from corn-ethanol distillation origin on energy, fiber, and amino acid digestibility, hindgut degradability of fiber, and growth performance of pigs¹. American Society of Animal Science, 91:5314–5325.
- INEI. 2014. Agrario. . [En línea]: (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf, compendio estadístico, 25 de Feb. 2017).
- JIMENEZ, E., COCA, A., González, J., MATEOS, G. 2015. Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. effects on growth performance and water intake. Poultry Science, 1(1): 1-12.

- JIMÉNEZ, E., GONZÁLEZ, J., COCA, A., LÁZARO, R., MATEOS, G. 2009. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 154(2): 93-101.
- HAMPSON, D. Y KIDDER, D. 1986. Influence of creep feeding and weaning on brush border enzyme activities in the piglet small intestine. *Res. Vet. Sci.* Jan; 40(1):24-31.
- HAOYUE, H., KEYING, Z., XUEMEI, D., SHIPING, B., YUEHENG, L., JIANPING, W., HUANWEI, P., QIUFENG, Z. 2016. Effects of dietary nanocrystalline cellulose supplementation on growth performance, carcass traits, intestinal development and lipid metabolism of meat ducks. *Science Direct*, 2(3): 192-197.
- LIVIAC, H. 2015. Utilización de la harina de cascara de yuca (*Manihot esculenta*) en la alimentación de pollos parrilleros Cobb Vandres 500 en la fase de acabado, en Tingo María. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad nacional Agraria de la Selva. 49 p.
- LÓPEZ, N.; AFANADOR, G.; ARIZA, C. 2008. Evaluación del efecto de la suplementación de levaduras sobre la morfometría de vellosidades Intestinales y productos de la microflora en pollos. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 55:63-76.
- NAVARRO, M. 2014. Inclusión de harina de granos tostados de canavalia (*Canavalia ensiformes L.*) en raciones de pollos parrilleros en la fase de acabado en Tingo María. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad nacional Agraria de la Selva. 68 p.

- MEDINA, J. 2016. Inclusión de la harina de semilla de canavalia (*Canavalia ensiformes L.*) germinada, en la dieta de pollos parrilleros en la fase de acabado en Rupa Rupa. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad nacional Agraria de la Selva. 70 p.
- MEDRANO, A. 2013. Análisis de la Avicultura Nacional y Regional 2013. [En línea]: (<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros Regionales/2013/la-libertad/eeer-la-libertad-2013-medrano.pdf> , boletín, 29 de nov. 2015).
- MINAGRI. Sistema Integrado de Estadística Agraria. 2015. [En línea]: (http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletin eselectronicos/estadisticaagrariamensual/2015/bemsa_enero15-final.pdf, Compendio estadístico, 25 de Feb. 2017).
- MUÑOS, A. 1990; Alimentación y nutrición; Ediagraria; 1 Ed. Lima, Perú; p123-226.
- OROZCO, R., MELEÁN, R., RODRÍGUEZ, G. 2013. Costos de producción en la cría de pollos de engorde. [En línea]: (<file:///C:/Users/pc/Downloads/9800-10046-1-PB.pdf>, Tesis, 26 de Nov. 2016).
- POTTGÜTER, R., TIERZUCHT, L., GERMANY, C. 2008. Fibre in Layer Diets. Lohmann Information, 43(2): 22-31.
- REZAEI, M., KARIMI, T., ROUZBEHAN, Y. 2011. The influence of different levels of micronized insoluble fiber on broiler performance and litter moisture. Poultry Science, 90: 2008-2012.

- ROSTAGNO, H., TEIXEIRA, L., LOPES, J., GOMES, P., OLIVEIRA, R. 2011. Tablas Brasileñas para aves y cerdos [En línea]: (<http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Espa%C3%B1ol.pdf>, Libro, 06 de dic. 2015).
- SACRANIE, B., SVIHUS, V., DENSTADLI, B., MOEN, P., IJI, A., CHOCT, M. 2012. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. *Poultry Science*, 91:693–700.
- SAKI, A., HEMATTI, H., ZAMANI, P., TABATABAI, M., VATANCHIAN, M. 2011. Various ratios of pectin to cellulose affect intestinal morphology, DNA quantitation, and performance of broiler chickens. *Elsevier*, 139(3): 237-244.
- SANDOVAL, C. 2012. Capacidad antioxidante del extracto atomizado de uña de gato (*Uncaria tomentosa*) y efecto sobre los perfiles bioquímicos sanguíneos, constantes hematológicas y parámetros productivos en pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad nacional Agraria de la Selva. 83 p.
- SARIKHAN, M., AGHAM, H., GHOLIZADEH, B., HOSSEIN, M., BEHESHTI, B., MAHMOODNEJAD, A. 2010. Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chick males. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(4): 531-536.

- SAVÓN, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricos. Revista cubana de ciencia Agrícola, 36(2): 91-102.
- VARASTEGAN, A., DAHLAN, I. 2014. Influence of dietary fiber levels on feed utilization and growth performance in poultry. Journal of Animal Production Advances, 4(6): 422-429.
- VILLON, J. 2014. Efecto de la fibra insoluble en el comportamiento productivo de pollos de carne alimentados con dietas comerciales. Tesis Bachiller. Huacho, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 22p.
- YASAR, S. Y FORBES, J. Performance and gastrointestinal response of broiler chickens fed on cereal grain-based feeds soaked in water. Br. Poult. Sci. 40:65-76.
- YASON, C.; SCHAT, K. 1987. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys: Clinical Signs and Virology. Am. J. Vet. Res. 48:977.
- YOKHANA, J., PARKINSON, G., FRANKEL, T. 2015. Effect of insoluble fiber supplementation applied at different ages on digestive organ weight and digestive enzymes of layer-strain poultry. Poultry Science, 95 (3): 550-559.

ANEXOS

Cuadro 10. Niveles de proteína en la dieta

| Tratamiento | Niveles de proteína total | | |
|-------------|---------------------------|-------------|---------|
| | Inicio | Crecimiento | Acabado |
| T1 | 24.79 | 25.52 | 21.29 |
| T2 | 24.94 | 24.06 | 21.15 |
| T3 | 25.08 | 23.92 | 21.58 |
| T4 | 23.33 | 23.63 | 21.88 |
| T5 | 24.79 | 24.79 | 20.42 |

Cuadro 11. Temperatura del periodo de crianza

| Edad | Temperatura mínima | Temperatura máxima | Temperatura promedio |
|------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | 26 | 33 | 30 |
| 2 | 26 | 32 | 29 |
| 3 | 26 | 32 | 29 |
| 4 | 25 | 31 | 28 |
| 5 | 25 | 32 | 29 |
| 6 | 25 | 30 | 28 |
| 7 | 24 | 31 | 28 |
| 8 | 25 | 32 | 29 |
| 9 | 24 | 30 | 27 |
| 10 | 21 | 29 | 25 |
| 11 | 23 | 30 | 27 |
| 12 | 24 | 32 | 28 |
| 13 | 24 | 31 | 28 |
| 14 | 21 | 28 | 25 |
| 15 | 23 | 29 | 26 |
| 16 | 23 | 30 | 27 |
| 17 | 24 | 32 | 28 |
| 18 | 22 | 30 | 26 |
| 19 | 23 | 31 | 27 |
| 20 | 21 | 30 | 26 |
| 21 | 23 | 32 | 28 |
| 22 | 22 | 29 | 26 |
| 23 | 23 | 30 | 27 |
| 24 | 22 | 31 | 27 |
| 25 | 24 | 32 | 28 |
| 26 | 21 | 32 | 27 |
| 27 | 22 | 30 | 26 |
| 28 | 21 | 32 | 27 |
| 29 | 20 | 31 | 26 |
| 30 | 20 | 32 | 26 |
| 31 | 21 | 31 | 26 |
| 32 | 20 | 30 | 25 |
| 33 | 21 | 31 | 26 |

Figura 1. Estructura intestinal (aumento 100x) de pollos de 1 días de edad



Figura 2. Estructura intestinal (aumento 100x) de pollos de 7 días de edad

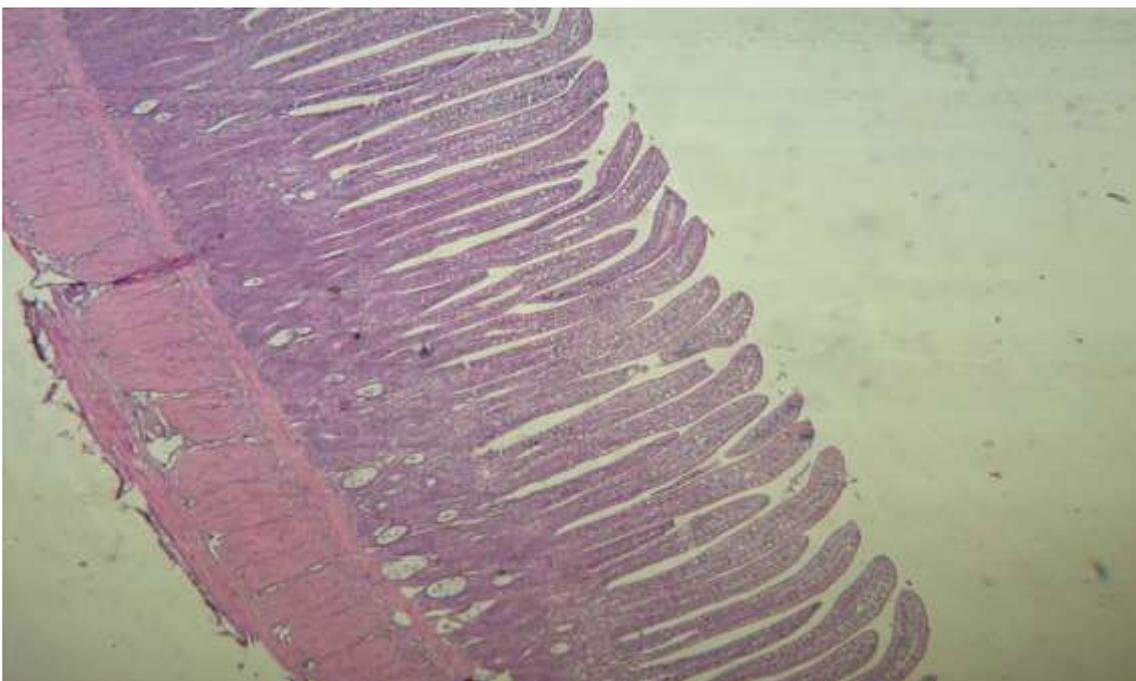
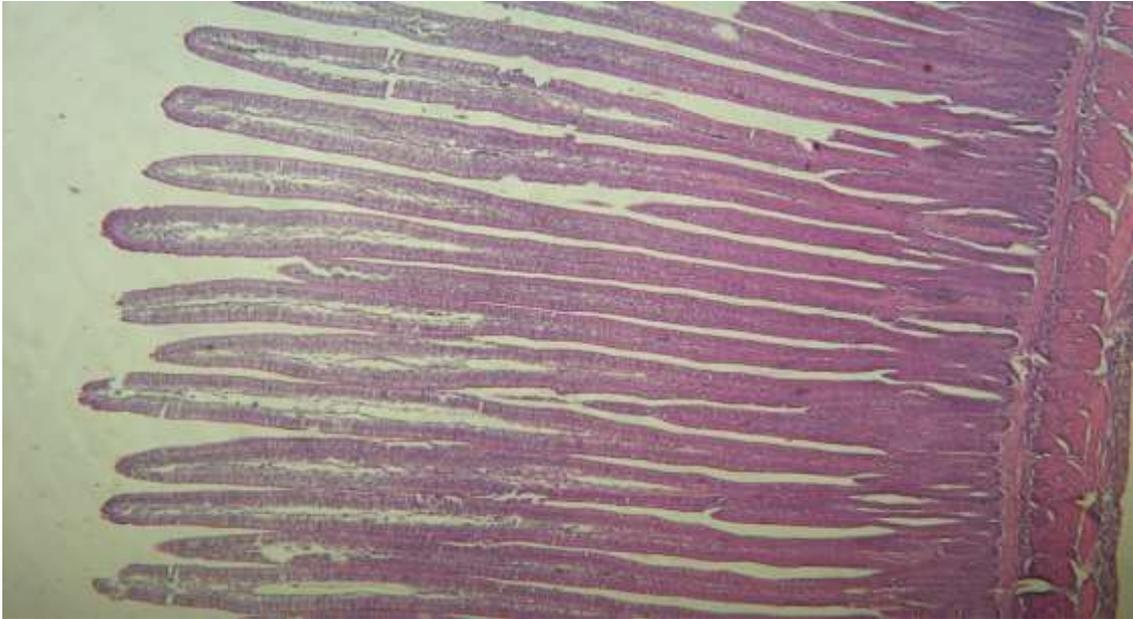


Figura 3. Estructura intestinal (aumento 100x) de pollos de 14 días de edad



Cuadro 12. Población de muestra en el periodo experimental

| Tratamiento | Repetición | Inicio | Crecimiento | | Acabado |
|-------------|------------|--------|-------------|-------------|---------|
| | | | Día (8-14) | Día (15-21) | |
| T1 | 1 | 8 | 7 | 6 | 6 |
| | 2 | 8 | 7 | 5 | 5 |
| | 3 | 8 | 7 | 6 | 6 |
| | 4 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| | 5 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| T2 | 1 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 2 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 3 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 4 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| | 5 | 7 | 7 | 5 | 5 |
| T3 | 1 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 2 | 7 | 6 | 5 | 5 |
| | 3 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 4 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| | 5 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| T4 | 1 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 2 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 3 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 4 | 7 | 7 | 5 | 5 |
| | 5 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| T5 | 1 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 2 | 7 | 6 | 5 | 5 |
| | 3 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | 4 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| | 5 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| Total | | 180 | 165 | 145 | 145 |

Cuadro 13. Variable independiente y pesos finales de diferentes fases

| Variable independiente | T | R | P1 | P2 | P3 | P4 |
|------------------------|---|---|-------|--------|--------|------|
| 0.00 | 1 | 1 | 42.75 | 154.13 | 833.33 | 1770 |
| 0.00 | 1 | 2 | 42.25 | 166.75 | 951.80 | 1864 |
| 0.00 | 1 | 3 | 43.13 | 156.88 | 801.50 | 1748 |
| 0.00 | 1 | 4 | 43.50 | 171.13 | 898.83 | 1852 |
| 0.00 | 1 | 5 | 44.00 | 175.38 | 921.67 | 1918 |
| 0.30 | 2 | 1 | 40.00 | 165.00 | 945.17 | 1863 |
| 0.30 | 2 | 2 | 42.14 | 165.88 | 937.67 | 1845 |
| 0.30 | 2 | 3 | 44.14 | 164.36 | 936.33 | 1903 |
| 0.30 | 2 | 4 | 42.29 | 153.29 | 859.50 | 1818 |
| 0.30 | 2 | 5 | 44.86 | 158.91 | 861.20 | 1900 |
| 0.60 | 3 | 1 | 43.71 | 150.71 | 863.67 | 1772 |
| 0.60 | 3 | 2 | 42.29 | 165.09 | 870.20 | 1742 |
| 0.60 | 3 | 3 | 41.71 | 138.51 | 774.67 | 1670 |
| 0.60 | 3 | 4 | 44.71 | 152.69 | 844.50 | 1655 |
| 0.60 | 3 | 5 | 42.86 | 159.96 | 891.00 | 1810 |
| 0.90 | 4 | 1 | 44.29 | 170.57 | 929.83 | 1795 |
| 0.90 | 4 | 2 | 41.71 | 161.7 | 924.17 | 1877 |
| 0.90 | 4 | 3 | 43.00 | 145.34 | 904.58 | 1615 |
| 0.90 | 4 | 4 | 43.14 | 164.92 | 902.00 | 1922 |
| 0.90 | 4 | 5 | 41.71 | 150.36 | 862.33 | 1772 |
| 1.20 | 5 | 1 | 43.71 | 172.43 | 852.17 | 1717 |
| 1.20 | 5 | 2 | 41.29 | 154.55 | 849.20 | 1822 |
| 1.20 | 5 | 3 | 42.71 | 150.82 | 863.33 | 1888 |
| 1.20 | 5 | 4 | 42.57 | 162.23 | 858.17 | 1795 |
| 1.20 | 5 | 5 | 43.43 | 152.15 | 803.50 | 1660 |

Cuadro 14. Variable independiente y consumo diario de alimento en diferentes fases

| VI | T | R | CDAI | CDAC | CDAА | CDAT |
|------|---|---|-------|-------|--------|-------|
| 0.00 | 1 | 1 | 23.49 | 72.31 | 134.31 | 84.50 |
| 0.00 | 1 | 2 | 26.63 | 81.31 | 139.13 | 90.74 |
| 0.00 | 1 | 3 | 25.34 | 81.21 | 131.67 | 87.71 |
| 0.00 | 1 | 4 | 26.02 | 75.20 | 130.83 | 85.00 |
| 0.00 | 1 | 5 | 26.32 | 78.67 | 141.42 | 90.38 |
| 0.30 | 2 | 1 | 21.76 | 83.57 | 136.25 | 89.62 |
| 0.30 | 2 | 2 | 23.97 | 83.57 | 136.94 | 90.34 |
| 0.30 | 2 | 3 | 23.06 | 80.60 | 138.92 | 89.60 |
| 0.30 | 2 | 4 | 21.63 | 70.33 | 130.69 | 81.95 |
| 0.30 | 2 | 5 | 21.87 | 71.55 | 145.80 | 88.01 |
| 0.60 | 3 | 1 | 21.91 | 74.17 | 132.36 | 84.24 |
| 0.60 | 3 | 2 | 23.67 | 72.73 | 130.33 | 83.27 |
| 0.60 | 3 | 3 | 23.04 | 77.02 | 136.67 | 87.26 |
| 0.60 | 3 | 4 | 23.78 | 75.27 | 124.72 | 82.33 |
| 0.60 | 3 | 5 | 22.76 | 76.37 | 131.39 | 85.01 |
| 0.90 | 4 | 1 | 23.97 | 80.57 | 146.28 | 92.46 |
| 0.90 | 4 | 2 | 24.72 | 85.71 | 145.31 | 94.44 |
| 0.90 | 4 | 3 | 22.01 | 69.40 | 122.47 | 78.65 |
| 0.90 | 4 | 4 | 24.14 | 81.90 | 132.47 | 88.04 |
| 0.90 | 4 | 5 | 22.70 | 85.27 | 130.83 | 88.57 |
| 1.20 | 5 | 1 | 25.31 | 81.67 | 138.33 | 90.32 |
| 1.20 | 5 | 2 | 22.31 | 76.88 | 137.30 | 87.28 |
| 1.20 | 5 | 3 | 22.65 | 77.98 | 150.44 | 92.59 |
| 1.20 | 5 | 4 | 24.14 | 83.08 | 139.61 | 91.13 |
| 1.20 | 5 | 5 | 21.87 | 71.54 | 121.78 | 79.27 |

Cuadro 15. Variable independiente y ganancia diaria de peso en diferentes fases

| VI | T | R | GDPI | GDPC | GDPA | GDPT |
|------|---|---|-------|-------|-------|-------|
| 0.00 | 1 | 1 | 15.91 | 48.51 | 78.06 | 52.34 |
| 0.00 | 1 | 2 | 17.79 | 56.08 | 76.02 | 55.20 |
| 0.00 | 1 | 3 | 16.25 | 46.04 | 78.90 | 51.67 |
| 0.00 | 1 | 4 | 18.23 | 51.98 | 79.40 | 54.79 |
| 0.00 | 1 | 5 | 18.77 | 53.31 | 83.06 | 56.80 |
| 0.30 | 2 | 1 | 17.86 | 55.73 | 76.51 | 55.25 |
| 0.30 | 2 | 2 | 17.68 | 55.13 | 75.61 | 54.63 |
| 0.30 | 2 | 3 | 17.17 | 55.14 | 80.58 | 56.34 |
| 0.30 | 2 | 4 | 15.86 | 50.44 | 79.90 | 53.82 |
| 0.30 | 2 | 5 | 16.29 | 50.16 | 86.57 | 56.22 |
| 0.60 | 3 | 1 | 15.29 | 50.93 | 75.67 | 52.36 |
| 0.60 | 3 | 2 | 17.54 | 50.37 | 72.65 | 51.51 |
| 0.60 | 3 | 3 | 13.83 | 45.44 | 74.61 | 49.34 |
| 0.60 | 3 | 4 | 15.43 | 49.42 | 67.54 | 48.80 |
| 0.60 | 3 | 5 | 16.73 | 52.22 | 76.58 | 53.55 |
| 0.90 | 4 | 1 | 18.04 | 54.23 | 72.10 | 53.05 |
| 0.90 | 4 | 2 | 17.14 | 54.46 | 79.38 | 55.60 |
| 0.90 | 4 | 3 | 14.62 | 54.23 | 59.20 | 47.64 |
| 0.90 | 4 | 4 | 17.40 | 52.65 | 85.00 | 56.94 |
| 0.90 | 4 | 5 | 15.52 | 50.86 | 75.78 | 52.42 |
| 1.20 | 5 | 1 | 18.39 | 48.55 | 72.04 | 50.70 |
| 1.20 | 5 | 2 | 16.18 | 49.62 | 81.07 | 53.96 |
| 1.20 | 5 | 3 | 15.44 | 50.89 | 85.42 | 55.93 |
| 1.20 | 5 | 4 | 17.09 | 49.71 | 78.07 | 53.10 |
| 1.20 | 5 | 5 | 15.53 | 46.53 | 71.38 | 48.99 |

Cuadro 16. Variable independiente y conversión alimenticia en diferentes fases

| VI | T | R | CAI | CAC | CAA | CAT |
|------|---|---|------|------|------|------|
| 0.00 | 1 | 1 | 1.48 | 1.49 | 1.72 | 1.61 |
| 0.00 | 1 | 2 | 1.50 | 1.45 | 1.83 | 1.64 |
| 0.00 | 1 | 3 | 1.56 | 1.76 | 1.67 | 1.70 |
| 0.00 | 1 | 4 | 1.43 | 1.45 | 1.65 | 1.55 |
| 0.00 | 1 | 5 | 1.40 | 1.48 | 1.70 | 1.59 |
| 0.30 | 2 | 1 | 1.22 | 1.50 | 1.78 | 1.62 |
| 0.30 | 2 | 2 | 1.36 | 1.52 | 1.81 | 1.65 |
| 0.30 | 2 | 3 | 1.34 | 1.46 | 1.72 | 1.59 |
| 0.30 | 2 | 4 | 1.36 | 1.39 | 1.64 | 1.52 |
| 0.30 | 2 | 5 | 1.34 | 1.43 | 1.68 | 1.57 |
| 0.60 | 3 | 1 | 1.43 | 1.46 | 1.75 | 1.61 |
| 0.60 | 3 | 2 | 1.35 | 1.44 | 1.79 | 1.62 |
| 0.60 | 3 | 3 | 1.67 | 1.70 | 1.83 | 1.77 |
| 0.60 | 3 | 4 | 1.54 | 1.52 | 1.85 | 1.69 |
| 0.60 | 3 | 5 | 1.36 | 1.46 | 1.72 | 1.59 |
| 0.90 | 4 | 1 | 1.33 | 1.49 | 2.03 | 1.74 |
| 0.90 | 4 | 2 | 1.44 | 1.57 | 1.83 | 1.70 |
| 0.90 | 4 | 3 | 1.51 | 1.28 | 2.07 | 1.65 |
| 0.90 | 4 | 4 | 1.39 | 1.56 | 1.56 | 1.55 |
| 0.90 | 4 | 5 | 1.46 | 1.68 | 1.73 | 1.69 |
| 1.20 | 5 | 1 | 1.38 | 1.68 | 1.92 | 1.78 |
| 1.20 | 5 | 2 | 1.38 | 1.55 | 1.69 | 1.62 |
| 1.20 | 5 | 3 | 1.47 | 1.53 | 1.76 | 1.66 |
| 1.20 | 5 | 4 | 1.41 | 1.67 | 1.79 | 1.72 |
| 1.20 | 5 | 5 | 1.41 | 1.54 | 1.71 | 1.62 |

Cuadro 17. Análisis de varianza de la altura de vellosidad

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F - Valor | Pr >F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|--------|
| Tratamientos | 10 | 426021.73 | 42602.17 | 10.39 | <.0001 |
| Error | 21 | 86076.49 | 4098.88 | | |
| Total | 31 | 512098.22 | | | |

| Fuente de variación | Grados de libertad | Tipo III SS | Cuadrados medios | F - Valor | Pr >F |
|---------------------|--------------------|-------------|------------------|-----------|--------|
| Edad | 2 | 333695.56 | 166847.78 | 40.71 | <.0001 |
| Fibra | 4 | 10770.04 | 2692.51 | 0.66 | 0.6286 |
| Edad*Fibra | 4 | 25491.82 | 6372.95 | 1.55 | 0.2231 |

Cuadro 18. Análisis de varianza de la profundidad de cripta

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F - Valor | Pr >F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|--------|
| Tratamientos | 10 | 19336.79 | 1933.68 | 7.65 | <.0001 |
| Error | 21 | 5305.95 | 252.66 | | |
| Total | 31 | 24642.74 | | | |

| Fuente de variación | Grados de libertad | Tipo III SS | Cuadrados medios | F - Valor | Pr >F |
|---------------------|--------------------|-------------|------------------|-----------|--------|
| Edad | 2 | 14912.42 | 7456.21 | 29.51 | <.0001 |
| Fibra | 4 | 2077.00 | 519.25 | 2.06 | 0.1232 |
| Edad*Fibra | 4 | 2479.56 | 619.89 | 2.45 | 0.0775 |

Cuadro 19. Análisis de varianza para la relación entre altura de vellosidad y profundidad de cripta

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F - Valor | Pr >F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|--------|
| Tratamientos | 11 | 1550.61 | 140.96 | 60.00 | <.0001 |
| Error | 21 | 49.34 | 2.35 | | |
| Total | 32 | 1599.94 | | | |

| Fuente de variación | Grados de libertad | Tipo III SS | Cuadrados medios | F - Valor | Pr >F |
|---------------------|--------------------|-------------|------------------|-----------|--------|
| Edad | 2 | 21.30 | 10.65 | 4.53 | 0.0231 |
| Fibra | 4 | 21.84 | 5.46 | 2.32 | 0.0900 |
| Edad*Fibra | 4 | 32.10 | 8.03 | 3.42 | 0.0598 |

Cuadro 20. Costos fijos de crianza

| Costos fijos - crianza | Pago / unidad (s/.) | Unidad | Costo S/. | |
|---------------------------------------|---------------------------|----------------|-----------|---------------|
| | | | Cantidad | Total |
| Mano de obra-instalaciones | 30 | Jornal | 10 | 300 |
| Mano de obra-crianza | 0.2 | Pollo | 180 | 36 |
| Mano de obra-alimento | 30 | Jornal | 2.5 | 75 |
| Agua | | | | 6.67 |
| Depreciación de galpón ¹ | 0.82 | m ² | 62.5 | 51.25 |
| Costos de administración ² | 8.33 | Hora | 1 | 8.33 |
| Alquiler de materiales | | | | 40 |
| Otros | | | | 100 |
| TOTAL | | | | 617.25 |

Criterios:

¹: Detalle de la depreciación de galpón

| Depreciación de galpón | S/. |
|--------------------------------|--------|
| Costo real | 50000 |
| Tiempo de vida(años) | 20 |
| Valor residual (10%) | 500 |
| Depreciación de galpón anual | 2475 |
| Depreciación de galpón mensual | 206.25 |

²: Detalle de la administración

| Costo de administración | S/. |
|---------------------------------|-------|
| Pago mensual del Administrador: | 2000 |
| pago/día | 66.67 |
| Pago/hora | 8.33 |

Cuadro 22. Precio de los insumos por Kg

| Insumos | Precio/Kg |
|-----------------------------|-----------|
| Maíz amarillo | 1.2 |
| Torta de soya | 2.1 |
| Aceite de palma | 2.7 |
| Carbonato de calcio | 0.5 |
| Fosfato monodicalcico | 4 |
| Sal común | 0.5 |
| Premix | 20 |
| L-lisina | 10 |
| DL-metionina | 25.5 |
| L-treonina | 18 |
| Coccidiostatico | 17.5 |
| Aflaban | 12 |
| Zinc bacitracina | 15 |
| Bht (butil hidroxi tolueno) | 20 |
| Cloruro de colina | 6.5 |
| Inerte | 1.2 |
| Arbocel® ¹ | 5.58 |

¹: El Kg de Arbocel® está a 1. 7 \$, la venta del dólar fue a S/. 3.28 que equivale a S/. 5.58

Cuadro 23. Precio promedio de alimento de los tratamientos por Kg

| | Precio promedio (S./)/kg |
|----|--------------------------|
| T1 | 1.75 |
| T2 | 1.76 |
| T3 | 1.77 |
| T4 | 1.79 |
| T5 | 1.80 |

Cuadro 24. Costo unitario promedio por pollo

| Rubros | Total | Costo unitario/pollo |
|---|--------|----------------------|
| Costos fijos de crianza ¹ | 617.25 | 4.26 |
| Costos variables de crianza(sin incluir alimento) | 124.20 | 0.86 |
| Total | 741.45 | 5.12 |

¹: pollos criados = 145

Cuadro 25. Estructura de costo total (incluido alimento), ingresos, ganancia neta y mérito económico

| Costo/kg de Alimento | Costo/alimento | CV | CF | CT | \bar{X} | Ingreso | \bar{X} | GN | \bar{X} | Mérito Econ. (%) | \bar{X} |
|----------------------|----------------|------|------|-------|-----------|---------|-----------|------|-----------|------------------|-----------|
| 1.75 | 4.87 | 5.73 | 4.26 | 9.99 | | 12.04 | | 2.04 | | 20.46 | |
| 1.75 | 5.24 | 6.10 | 4.26 | 10.36 | | 12.68 | | 2.32 | | 22.38 | |
| 1.75 | 5.06 | 5.92 | 4.26 | 10.18 | 10.18 | 11.89 | 12.45 | 1.71 | 2.27 | 16.76 | 22.28 |
| 1.75 | 4.91 | 5.77 | 4.26 | 10.03 | | 12.59 | | 2.57 | | 25.59 | |
| 1.75 | 5.22 | 6.08 | 4.26 | 10.34 | | 13.04 | | 2.71 | | 26.20 | |
| 1.76 | 5.21 | 6.07 | 4.26 | 10.33 | | 12.67 | | 2.35 | | 22.71 | |
| 1.76 | 5.25 | 6.11 | 4.26 | 10.37 | | 12.55 | | 2.18 | | 21.01 | |
| 1.76 | 5.21 | 6.07 | 4.26 | 10.32 | 10.23 | 12.94 | 12.69 | 2.62 | 2.46 | 25.36 | 24.10 |
| 1.76 | 4.76 | 5.62 | 4.26 | 9.88 | | 12.36 | | 2.48 | | 25.15 | |
| 1.76 | 5.12 | 5.98 | 4.26 | 10.23 | | 12.92 | | 2.69 | | 26.27 | |
| 1.77 | 4.93 | 5.79 | 4.26 | 10.05 | | 12.05 | | 2.00 | | 19.88 | |
| 1.77 | 4.88 | 5.74 | 4.26 | 9.99 | | 11.85 | | 1.85 | | 18.54 | |
| 1.77 | 5.11 | 5.97 | 4.26 | 10.23 | 10.06 | 11.36 | 11.76 | 1.13 | 1.70 | 11.05 | 16.93 |
| 1.77 | 4.82 | 5.68 | 4.26 | 9.94 | | 11.25 | | 1.32 | | 13.24 | |
| 1.77 | 4.98 | 5.84 | 4.26 | 10.09 | | 12.31 | | 2.21 | | 21.93 | |
| 1.79 | 5.45 | 6.31 | 4.26 | 10.57 | | 12.21 | | 1.64 | | 15.47 | |
| 1.79 | 5.57 | 6.43 | 4.26 | 10.69 | | 12.76 | | 2.07 | | 19.40 | |
| 1.79 | 4.64 | 5.50 | 4.26 | 9.76 | 10.33 | 10.98 | 12.21 | 1.23 | 1.88 | 12.56 | 18.14 |
| 1.79 | 5.19 | 6.05 | 4.26 | 10.31 | | 13.07 | | 2.76 | | 26.77 | |
| 1.79 | 5.22 | 6.08 | 4.26 | 10.34 | | 12.05 | | 1.71 | | 16.50 | |
| 1.80 | 5.37 | 6.23 | 4.26 | 10.48 | | 11.67 | | 1.19 | | 11.35 | |
| 1.80 | 5.19 | 6.05 | 4.26 | 10.30 | | 12.39 | | 2.09 | | 20.25 | |
| 1.80 | 5.50 | 6.36 | 4.26 | 10.62 | 10.35 | 12.84 | 12.08 | 2.22 | 1.73 | 20.92 | 16.65 |
| 1.80 | 5.42 | 6.28 | 4.26 | 10.53 | | 12.21 | | 1.67 | | 15.89 | |
| 1.80 | 4.71 | 5.57 | 4.26 | 9.83 | | 11.29 | | 1.46 | | 14.86 | |