

**COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES ZOOTÉCNICAS EN POLLOS DE
ENGORDA LÍNEA COBB 500, BAJO SUPLEMENTACIÓN CON
NUTRACEUTICO COMERCIAL EN CONDICIONES DEL TRÓPICO BAJO**

**STEPHANIE NASSI LOMBANA
ANGEL NICOLAS CAITA MERCHAN**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO – META
2022**

**COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES ZOOTÉCNICAS EN POLLOS DE
ENGORDA LÍNEA COBB 500, BAJO SUPLEMENTACIÓN CON
NUTRACEUTICO COMERCIAL EN CONDICIONES DEL TRÓPICO BAJO**

**STEPHANIE NASSI LOMBANA
ANGEL NICOLAS CAITA MERCHAN**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR EL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**DIRECTOR
MARIA LIGIA ROA
ZOOTECNISTA**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO – META**

2022

NOTA DE ACEPTACION

Msc. Zootecnista María Ligia Roa
DIRECTORA TRABAJO DE GRADO

APROBADO

Mvz. Cesar Augusto Navarro

FIRMA DE JURADO

Mvz. Sael Pedraza

FIRMA DE JURADO

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia damos gracias a nuestros padres y familiares por su apoyo moral y económico para la realización de nuestras metas trazadas y llegar a este punto de nuestra vida académica y personal tras mucho esfuerzo a lo largo de todos estos años. Queremos agradecer primeramente a la docente María Ligia Roa, directora del centro de investigaciones por brindarnos la oportunidad y el apoyo de realizar este proyecto, al doctor Camilo Andrés Díaz por su asesoría y ayuda durante el proceso de presentación de avances de nuestro proyecto, a los doctores Cesar Augusto Navarro y José Sael Pedraza por su paciencia, guía y el mejor asesoramiento en pro de la realización y finalización de esta tesis.

**COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES ZOOTÉCNICAS EN POLLOS DE
ENGORDA LÍNEA COBB 500, BAJO SUPLEMENTACIÓN CON
NUTRACÉUTICO COMERCIAL EN CONDICIONES DEL TRÓPICO BAJO**

STEPHANIE NASSI LOMBANA

ÁNGEL NICOLÁS CAITA MERCHÁN

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

DIRECTORA:

MARÍA LIGIA ROA VEGA

Zootecnista. Esp. MSc. Docente de la Universidad de los Llanos

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES ESCUELA DE CIENCIAS
ANIMALES PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO
2022**

2. TABLA DE CONTENIDO

3. LISTA DE FIGURAS	8
4. LISTA DE TABLAS	9
5. RESUMEN.....	10
6. ABSTRACT.....	12
7. INTRODUCCION.....	14
8. OBJETIVOS.....	16
8.2. Objetivo general:	16
8.3. Objetivos específicos:	16
9. REVISION DE LITERATURA	17
9.2. Sector avícola en Colombia	17
9.3. Nutraceuticos	18
9.4. Cobb 500.....	20
10. MATERIALES Y METODOS.....	21
10.2. Localización	21
2.2. Animales	21
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
11.2. Análisis nutricionales.....	25
11.3. Variables de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia	29
11.4. Coeficiente de eficiencia proteica.....	36
11.5. Peso y rendimiento en canal	37
11.6. Porcentaje de digestibilidad	41
12. CONCLUSIONES	45
13. RECOMENDACIONES.....	47
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
15. ANEXOS.....	58
15.2. Anova	58

3. LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. SELECCIÓN DE ANIMALES COMPLETAMENTE AL AZAR	22
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES Y UBICACIÓN DE JAULAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
FIGURA 3. ROTULO DE LAS JAULAS ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
FIGURA 4. GANANCIA DE PESO POR TRATAMIENTO DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL	34
IFIGURA 5. CONVERSIÓN ALIMENTICIA DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL	35
FIGURA 6. PROMEDIO DE COEFICIENTE DE EFICIENCIA PROTEICA POR TRATAMIENTO	37
FIGURA 7. PESO PROMEDIO EN CANAL POR TRATAMIENTO	40
FIGURA 8. RENDIMIENTO EN CANAL PROMEDIO POR TRATAMIENTO	41
FIGURA 9. DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES EVALUADOS ENTRE TRATAMIENTOS.....	42

4. LISTA DE TABLAS

TABLA 1. COMPOSICIÓN DE PRODUCTO NUTRACEÚTICO COMERCIAL POR CADA 100 G	19
TABLA 2. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE NUTRIENTES EN EXCRETAS Y CONCENTRADO COMERCIAL DE LOS POLLOS BAJO SUPLEMENTACIÓN CON NUTRACEÚTICO COMERCIAL.....	27
TABLA 3. VARIABLES DE CONSUMO, PESO, COEFICIENTE DE EFICIENCIA PROTEICA, EFICIENCIA PROMEDIO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN POLLOS DE ENGORDE.....	31

5. RESUMEN

Para el desarrollo normal de los pollos de engorde es necesario la ingestión continua de alimentos con el fin de lograr un funcionamiento normal del organismo y transformar una parte de la ración en la producción de carne; es por ello que se han realizado diversos estudios acerca de los diferentes grupos de nutrientes, carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas; donde se han encontrado signos de deficiencia y alteraciones no específicas (producción baja, variación en tasas de reproducción y otros parámetros productivos) que son asociados con deficiencias de vitaminas. En el presente estudio se evaluaron los rendimientos zootécnicos de pollos de engorde con un nutracéutico comercial con electrolitos donde se utilizaron 80 pollos de la línea Cobb 500 con un peso promedio de 420 g a los 20 días de edad, los cuales fueron alimentados con el mismo balanceado comercial (CC), desde el día 20 hasta el día 45, estos se asignaron de manera completamente al azar entre machos y hembras, en cuatro tratamientos con cuatro replicas, para un total de 16 jaulas, cada una con 5 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T1: control (sin nutracéutico), T2: 200 mg/100 ml, T3: 140 mg/100 ml y T4: 80 mg/100 ml respectivamente diluidos en el agua para bebida diaria. El suministro del nutracéutico se realizó los días, 1, 5, 9, 13 y 17. Las variables evaluadas fueron: digestibilidad *in vivo* de proteína, grasa, fibra cruda (FC) y extracto no nitrogenado (ENN), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), coeficiente de eficiencia proteica (CEP), ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia y peso de canal. El T3, consumió en promedio menos alimento balanceado comercial que los demás tratamientos, 3500 g menos que el T1 (control), en la variable ganancia de peso, se obtuvo que el T3 ganó en promedio/día 102 gramos; por otro parte en la conversión alimenticia el T3 necesitó 1,9 gramos de concentrado y el T4 1,8 gramos para ganar 1 gramo de peso vivo. Mientras tanto el coeficiente de eficiencia proteica (CEP) para T1 presento un valor de 1,07

mientras que el T3 1,22, T2 con valor de 1,27 y el T4 1,82. El peso en canal fue de 600 g por encima para el T3 respecto al resto de tratamientos, dando porcentualmente un rendimiento en canal de 82% para el T3 siendo el mejor, comparativamente con T1 que estuvo 6,3 puntos porcentuales por encima y 33% por encima respecto al T4 siendo el más bajo respecto a los demás tratamientos. Se concluye que el mejor tratamiento fue el T3 donde se utilizaron 140 mg/100 ml del nutracéutico en cada aplicación.

Palabras clave: Coeficiente de eficiencia proteica, tratamiento, ganancia de peso, eficiencia alimenticia

6. ABSTRACT

The normal development of broilers requires the continuous ingestion of food in order to achieve normal functioning of the organism and to transform part of the ration into meat production; that is why several studies have been made about the different groups of nutrients, carbohydrates, proteins, fats, minerals and vitamins; where signs of deficiency and non-specific alterations have been found (low production, variation in reproduction rates and other productive parameters) that are associated with vitamin deficiencies. In the present study we evaluated the zootechnical yields of broilers with a commercial nutraceutical electrolyte where 80 chickens of the line Cobb 500 with an average weight of 420 g and 20 days of age were used, which were fed with the same balanced commercial (CC), from day 20 to day 45, these were assigned completely randomly between males and females, in four treatments with four replicates, for a total of 16 cages, each with 5 experimental units. Treatments were: T1: control (no nutraceutical), T2: 200 mg/100 ml, T3: 140 mg/100 ml and T4: 80 mg/100 ml respectively diluted in the daily drinking water. The supply of nutraceutical was made on days 1, 5, 9, 13 and 17. The variables evaluated were: in vivo digestibility of protein, fat, crude fiber (FC) and nonnitrogenous extract (ENN), neutral detergent fiber (NDN), acid detergent fiber (FDA), percentage of total digestible nutrients (NDT), digestible energy (ED) and metabolizable energy (MS), protein efficiency coefficient (CEP), weight gain, food consumption, feed efficiency and carcass weight. The T3, consumed on average less commercial balanced food than the other treatments, 3500 g less than the T1 (control), in the variable weight gain, it was obtained that the T3 gained on average/day 102 grams; on the other hand in the food conversion the T3 needed 1,9 grams of concentrate and T4 1.8 grams to gain 1 gram of live weight. Meanwhile the protein efficiency coefficient (CEP) for T1 presented a value of 1.07 while T3 1.22, T2 with a value of 1.27 and T4 1.82. The carcass weight was 600 g higher for T3 compared to the rest of treatments, giving a percentage yield in channel of 82% for T3 being the best, compared with T1 that was 6,3 percentage points above and 33% above T4 being the lowest with respect to other treatments.

It concluded that the best treatment was T3 where 140 mg/100 ml of nutraceutical were used in each application.

Keywords: Protein efficiency coefficient, treatment, weight gain, food efficiency

7. INTRODUCCION

La producción mundial de huevos y carne de aves de corral ha experimentado un constante aumento en los últimos años, tendencia que continuará de forma creciente. Este crecimiento en la producción avícola tiene un profundo efecto en la demanda de piensos y materias primas, por ende, los alimentos representan el costo más alto de la producción de aves de corral y la disponibilidad de alimentos de bajo precio y alta calidad es fundamental para que la producción avícola pueda seguir siendo competitiva y aumentar para lograr satisfacer la demanda de proteína animal (FAO, 2013).

Para el desarrollo normal de los pollos de engorde es necesario la ingestión continua de alimentos con el fin de lograr un funcionamiento normal del organismo al suministrar los nutrientes que requieren para su apto crecimiento y, secundariamente, transformar una parte de la ración en la producción de carne. No obstante, en la práctica no se realiza esta diferencia entre las necesidades de mantenimiento y las de producción ya que las dos forman parte de lo que se debe proveer para obtener el máximo rendimiento del ave (Quintanilla *et al.*, 2011), es por esto por lo que se han realizado diversos estudios acerca de los diferentes grupos de nutrientes, carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas; los cuales muestran una estrecha relación entre nutrición e inmunidad. Asimismo, se ha encontrado que signos de deficiencia y parámetros no específicos (producción baja, variación en tasas de reproducción, etc.) son asociados con deficiencias de vitaminas. Es así como las vitaminas ya no deben ser consideradas importantes sólo para prevenir la deficiencia sino también para optimizar la salud animal, la productividad y la calidad del producto (McDowell y Ward, 2008).

Existen pocos estudios realizados en la Orinoquia, acerca de estrategias alimenticias fuera de las convencionales y que hagan énfasis en el uso de nutracéuticos, su comportamiento a nivel metabólico y de aprovechamiento a nivel nutricional. Por lo cual en el presente estudio se evaluaron los rendimientos zootécnicos de pollos de engorde con un nutracéutico comercial a base de

vitaminas y electrolitos indicados para la prevención, control y tratamiento de los estados de estrés de las aves, como suplemento en conjunto con una dieta base de concentrado comercial como alternativas para el aumento de potencial productivo.

8. OBJETIVOS

8.2. Objetivo general:

Comparar las variables productivas de pollos de engorde línea Cobb 500 suplementados con un nutraceútico comercial.

8.3. Objetivos específicos:

- Determinar el comportamiento de los pollos de engorde administrando niveles decrecientes de nutraceútico comercial a base de vitaminas y electrolitos.
- Establecer el porcentaje de digestibilidad *in vivo* de la proteína, grasa, fibra cruda y extracto no nitrogenado, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, porcentaje de nutrientes digestibles totales, energía digestible y energía metabolizable, coeficiente de eficiencia proteica.
- Analizar la ganancia peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, conversión alimenticia, coeficiente de eficiencia proteica, valor biológico de la proteína (VB), peso en canal y rendimiento en canal.

9. REVISION DE LITERATURA

9.2. Sector avícola en Colombia

La avicultura está conformada por las actividades de producción de huevos y carne de aves, en Colombia ha tenido un crecimiento constante desde mediados del siglo XX, resultado del fortalecimiento institucional, organizacional y tecnológico (Diaz, 2015). Hasta el segundo trimestre del año 2020 la carne bovina fue uno de los sectores de mayor impulso del PIB pecuario (48,7%) y PIB agropecuario (24,8%) (FEDEGAN, 2020) con una producción de 605.815 toneladas de carne bovina (DANE, 2020), en comparación al sector avícola le corresponde un 7.8% sobre el PIB pecuario y un 32.8% sobre el PIB agropecuario datos tomados del año 2019 con la proyección creciente para el 2020 (FENAVI, 2020), con una producción total de 1.693.178 toneladas de carne de pollo. Según informes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para el año 2019 las principales regiones productoras son Cundinamarca (453.077 ton), Santander (405.614 ton), Valle del cauca (348.754 ton), César (174.997 ton), eje cafetero (139.230 ton), Antioquia (107.411 ton) y Meta (64.096 ton) (MINAGRICULTURA, 2020).

De acuerdo con los registros del censo avícola del ICA 2019-2020 la población avícola para el Meta se calcula aproximadamente en 2.692.982 aves alojadas en 71 granjas. Los municipios que presentan mayor producción avícola para pollo de engorde en el departamento son: Restrepo, Castilla La Nueva, Guamal, Villavicencio, Cumaral y Acacías, siendo Villavicencio el mayor centro de consumo. (CORMACARENA, 2014).

La producción departamental del Meta se encuentra caracterizada en su mayoría por pequeños a medianos productores en la cual se encuentra involucrada la mano de obra familiar por su bajo costo de implementación dado que los sistemas productivos no tecnificados no se manejan registros contables y financieros, con deficiente aplicación de tecnología y baja tecnificación repercute en la creación de una competencia con otros productores vecinos; estas producciones en su

mayoría se encuentran en un rango entre 100 a 2.000 aves y corresponden a un 70% del total de productores avícolas del Meta (CORMACARENA, 2014).

9.3. Nutraceuticos

El término nutraceutico se deriva de “nutrición” y “farmaceutico”. En un sentido más amplio, nutraceutico es un alimento que proporciona beneficios para la salud, además de su valor nutricional y que contiene compuestos bioactivos que interactúan en diferentes niveles con la fisiología animal (Acamovic *et al.*, 2005). Los nutraceuticos pueden variar desde nutrientes aislados (vitaminas, minerales, aminoácidos, ácidos grasos, etc.), productos a base de hierbas (polifenoles, especias a base de hierbas, etc.), suplementos dietarios (probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgánicos, antioxidantes, enzimas, etc.) a comidas genéticamente modificadas (Das *et al.*, 2012).

Una revisión hecha por Colitti y Stefanon, (2019) sobre los efectos de nutraceuticos sobre el estrés oxidativo en animales de interés veterinario resalta el uso de fitoquímicos como los polifenoles, que incluyen flavonoides, isoflavónidos, lignanos, estilbenoides, curcuminoides y taninos, y su actividad directa como antioxidantes y coadyuvantes a la maduración del sistema inmune, ya que estos nutraceuticos pueden interactuar con los organismos a nivel celular y molecular, a través de la regulación de la expresión génica, la reparación de proteínas, ADN y los controles epigenéticos (Fenech *et al.*, 2011).

Otro objeto de estudio fue la actividad antiinflamatoria de los nutraceuticos que pueden modular las funciones de las células inmunitarias o la actividad a nivel de tejidos y órganos, que participan en la secreción de moléculas de señalización de especies reactivas de oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno (RNS) (Sgorlon *et al.*, 2006; Williamson, 2013). Esta modulación utilizó neutrófilos ovinos activados con acetato de miristato de forbol (PMA) cultivados en extractos de *Vitis vinifera*, *Thymus vulgaris*, *Echinacea angustifolia*, *Larix decidua*, y *Andrographis paniculata* lo que redujo la adhesión celular y la producción de estrés oxidativo de

los neutrófilos después de la exposición a nutraceúticos, lo que respalda una acción antiinflamatoria (Colitti y Stefanon, 2019). Por ello el uso de los nutraceúticos se acomoda coyunturalmente y se da como una nueva estrategia de suplementación alimenticia para grandes masas productivas de la avicultura, dicha estrategia usada para la suplementación se denomina “nutrición total”, involucrando toda la cadena productiva del animal, la cual requiere la utilización tanto de los nutrientes en los alimentos como de otros componentes bio-activos o nutricinas, que respaldan la salud y alivian el estrés de los animales (Adams, 2001).

El nutraceútico comercial que se empleó es un multivitamínico con electrolitos (Tabla 1), indicado para la prevención, control y tratamiento de los estados de estrés de las aves, en presentación de polvo soluble para suministrar con el agua de bebida a las aves. Su uso netamente comercial ha sido difundido para prevenir enfermedades por factores de estrés, manipulación y mejor levante de pollito de un día por un periodo de tiempo entre tres a cinco días.

Tabla 1. Composición de producto nutraceútico comercial por cada 100 g

Vitamina A	8.000.000 U.I
Vitamina D3	1.000.000 U. I
Vitamina E	5.000 U. I
Vitamina K3	3.000 U. I
Vitamina B1 (Tiamina clorhidrato)	600 mg
Vitamina B2 (Riboflavina 5 fosfato)	2.500 mg
Vitamina B6 (Piridoxina clorhidrato)	1.600 mg
Vitamina B12 (Cianocobalamina)	6 mg
Nicotinamida	7.500 mg
Pantotenato de Calcio	6.000 mg
Ácido fólico	500 mg
Biotina	40 mg
Vitamina C	20.000 mg
Cloruro de Sodio	10.000 mg
Cloruro de Potasio	6.250 mg

9.4. Cobb 500

Los pollos Cobb 500 están considerados como la línea avícola de engorde más eficiente, ya que posee características zootécnicas considerablemente mejores que otras líneas en el trópico bajo, entre las características más destacadas están la conversión alimenticia, la más alta tasa de crecimiento, adicionalmente los requerimientos nutricionales de esta línea son menores respecto a otras líneas de engorde (Morris, 2015). Durante la fase inicial los valores promedio de peso son mayores entre 1 y 5 g por animal respecto a la línea de Ross 308, desde su nacimiento hasta el día 15 empleada para el mismo fin, los siguientes 20 días los animales presentan pesos similares que otras líneas, pero presentan un menor consumo de alimento, con una conversión alimenticia menor, lo que sugiere que esta línea necesita menor cantidad de alimento y que a su vez es capaz de convertirlo en peso vivo de una manera más eficiente. Desde el día 36 en adelante es donde el animal presenta el mejor desempeño ya que supera los valores dados por la línea Ross 308, cuyo único valor superior a Cobb 500 es el rendimiento en canal, y el consumo promedio de alimento balanceado es de 2 a 3% menor respecto a otras líneas empleadas para el engorde en el trópico bajo (Andrade 2017). Adicionalmente se advierte que la línea Cobb 500 es una línea muy precoz adquiriendo peso vivo de forma más rápida y que por ello presenta una edad menor en el tiempo de sacrificio, sin embargo, esta línea es susceptible a altas temperaturas, presentando con mayor frecuencia enfermedades respiratorias. Adicionalmente el temperamento nervioso y territorial de estas aves a menudo ocasionan estrés, produciendo agresividad en ambientes de hacinamiento y que tiendan a desprender las plumas de otras aves (Maynard, 2021)

10. MATERIALES Y METODOS

10.2. Localización

Este proyecto se realizó en la granja experimental de la Universidad de los Llanos en el kilómetro 12 vía Puerto López, vereda Barcelona, Villavicencio, Meta, Colombia; cuyas coordenadas son Latitud: 4° 4'34.17"N Longitud: 73°34'55.90"O a una altura de 426 msnm, la temporada de lluvias tiene una duración de 8.6 meses, la humedad relativa del aire es menor en el primer trimestre del año, la cual se encuentra entre 70 y 84% La clasificación del clima es tropical monzónico, la temperatura promedio es 25.5°C y precipitación de 3856 mm anuales, presión atmosférica 1015 hPa y velocidad del viento es 7 km/h - E (90°) (IDEAM, 2018).

2.2. Animales

En el estudio se emplearon 80 pollos de engorde de la línea Cobb 500 con un peso promedio de 420 g y 22 días de edad, alimentados con alimento balanceado comercial de iniciación durante los primeros veinte días, suministrando agua a voluntad, los cuales se asignaron de manera completamente al azar (incluyendo machos y hembras) (Figura 1), en cuatro tratamientos con cuatro replicas con sus respectivos rótulos (Figura 3), para un total de 16 jaulas, cada una con 5 animales (Figura 2). Los tratamientos fueron: T1: control (sin nutraceútico), T2: 200 mg/100 ml, T3: 140 mg/100 ml y T4: 80 mg/100 ml del nutraceútico respectivamente diluidos en el agua para bebida.



Figura 1. Selección de animales completamente al azar

Los pollos fueron alimentados con alimento balanceado comercial (CC) desde el día 22 al día 47, con transición de iniciación–engorde desde el día 20 al día 25. El suministro del nutraceutico se realizó los días, 1, 5, 9, 13 y 17 después de iniciar el periodo experimental, en un rango horario similar para todos los tratamientos.



Figura 2. Distribución de unidades experimentales y ubicación de jaulas en el área de estudio



Figura 3. Rotulo de las jaulas Análisis estadístico

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con cuatro tratamientos, cuatro replicas, cada una con cinco unidades experimentales: $4 \times 4 \times 5 = 80$ animales.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, \dots, t;$

$t = 4$ tratamientos

$j = 1, \dots, n;$

$n = 4$ repeticiones

$\mu =$ Efecto medio

$t_i =$ Efecto del i -estimó tratamiento

$\varepsilon =$ Error experimental

Los datos fueron sometidos a un ANOVA y se aplicó la prueba de comparación múltiple de DUNCAN para establecer la diferencia entre los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4), valorando la normalidad de los datos. Las variables evaluadas fueron: digestibilidad *in vivo* de proteína, grasa, fibra cruda (FC) y extracto no nitrogenado (ENN), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), coeficiente de eficiencia proteica (CEP), ganancia de

peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia y peso de canal. Los análisis bromatológicos del alimento balanceado comercial, tratamientos y excretas fueron realizados en el laboratorio siguiendo la metodología de AOAC, (2005).

11.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.2. Análisis nutricionales

El nivel porcentual de proteína entre el alimento balanceado comercial y las muestras de excretas son similares, evidenciándose un mayor aumento en las muestras del T4, seguido del T3, T2 y por último el T1 (control) (Tabla 2). Comparativamente la mayor concentración suministrada de nutraceutico a base de vitaminas y minerales corresponde al T3 (140 mg/100 ml), T2 (200 mg/100 ml), T4 (80 mg/100 ml) y T1 control, este último obteniendo el porcentaje de proteína excretada más bajo entre todos los tratamientos. Los porcentajes de fibra cruda (FC) superiores corresponden a T2, seguido de T3, continuando por T1 y siendo T4 el tratamiento con menor porcentaje de FC en excretas. Con respecto a los resultados asociados a las variables de humedad final y cenizas, los tratamientos con nutraceutico superaron notablemente el tratamiento control siendo el T4 el grupo que obtuvo el porcentaje de cenizas más elevado seguido de T3 y por último T2 por otra parte en cuanto a la humedad final, los valores superiores fueron para T3, seguido de T2 y T4 respectivamente. En ambos nutrientes evaluados no hay una relación entre la concentración del nutraceutico y los resultados porcentuales entre los tratamientos suplementados, pero, sí se puede indicar un efecto relacionado ante la presencia o ausencia de este en comparación con los resultados obtenidos con T1 y el alimento balanceado comercial; por otro lado, los porcentajes de grasa, arrojaron los siguientes resultados T2, T1, T3, CC y finalmente T4 respectivamente en orden decreciente.

En los resultados de porcentaje de extracto no nitrogenado (ENN), nutrientes digestibles totales (NDT), energía bruta (EB), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y fibra detergente neutra (FDN) se puede concluir de forma general que los valores son menores para los tratamientos que fueron suplementados respecto al tratamiento control, sin embargo, el porcentaje de fibra detergente acida (FDA) en T3 fue superior, seguido de T4 y T2 los cuales obtuvieron niveles superiores a T1. Una dieta nutricionalmente equilibrada es

consumida hasta satisfacer una cierta cantidad de energía diaria. La energía, como principal necesidad dietética del animal, se requiere para mantención y producción. Por lo tanto, aunque el animal no esté en un estado fisiológico de producción siempre tendrá requerimiento de energía. El consumo de alimento aumentará conforme disminuye el contenido energético de la dieta hasta que sea limitado ya sea porque se presenta saciedad en el animal, o por otros límites fisiológicos. Cuando la energía de la dieta aumenta, se debe aumentar también el contenido de proteína, para mantener la relación energía/proteína adecuada y la de los otros nutrientes como vitaminas y minerales. Por otra parte, al aumentar la concentración energética de la dieta, el pollo de engorde consume mayor cantidad de energía metabolizable debido a que no regula el consumo por el nivel energético como lo hacen las aves de postura por sus modificaciones genéticas. Este aumento en el consumo de energía metabólica (EM), obtenido con aumentos en la energía de la dieta, es más pronunciado en aves evaluadas de más edad (Quishpe, 2006).

Los pollos de engorde consumen más energía a medida que la concentración calórica de la dieta es mayor debido al potencial genético de crecimiento que tienen las actuales líneas genéticas comerciales. El rango de concentración energética de 2,2 a 3,5 Mcal de EM/kg MS es el que favorece la regulación del consumo por efecto del consumo de energía metabolizable. Por otra parte, la relación energía/proteína puede variar para un mismo animal, dependiendo del valor biológico de la proteína dietario, lo que está relacionado con la disponibilidad de aminoácidos esenciales (Quishpe, 2006). La formulación de la dieta a base de concentrado del presente estudio se encuentra en rangos establecidos de contenido nutricional más idóneo para las condiciones de temperatura y ambiente en el que se encontraban las aves.

Por otro lado, las vitaminas y los minerales funcionan principalmente como cofactores del metabolismo, mientras que los macrominerales, tales como el calcio, fósforo y magnesio también sirven como componentes estructurales del cuerpo. Las vitaminas y minerales influyen en el consumo de alimento solo cuando

los niveles de la dieta son deficientes o muy por encima del requerimiento. Los niveles deficientes de la dieta causan trastornos metabólicos que causan un efecto adverso indirecto sobre el consumo de alimento. Las deficiencias leves de minerales pueden estimular el consumo de alimento conforme el ave intenta lograr su requerimiento de consumo. En contraste, los excesos de vitaminas y minerales son detectados por el sentido del olfato del ave, produciendo un rechazo al alimento (Quishpe, 2006).

Tabla 2. Composición porcentual de nutrientes en excretas y concentrado comercial de los pollos bajo suplementación con nutraceútico comercial

Análisis del alimento suministrado		Análisis de excretas de los tratamientos			
Nutrientes	Concentrado Comercial	T1 control	T 2 200 mg/100ml	T 3 140 mg/100 ml	T 4 80 mg/100ml
%Humedad Final	6,87±0,76	7±1,54	7,66±0,77	8,70±2,3	7,56±1,37
%Ceniza	7,43±0,82	11,18±3,75	12,3±0,37	12,63±0,44	12,96±0,13
%Grasa	1,05±0,12	1,58±0,66	1,97±0,66	1,09±0,63	1,03±0,10
%Proteína	18,23±2,01	23,22±5,24	25,99±4,16	27,97±3,58	33,47±1,65
%Fibra cruda	0,25±0,03	7,37±7,12	10,94±1,75	7,66±3,43	6,01±1,7
%Extracto No nitrogenado	66,17±7,28	49,64±16,53	41,15±4,38	41,95±1,26	38,97±2,81
%Nutrientes digestibles totales	80,07±8,81	70,34±9,73	66,43±2,36	66,37±2,76	69,08±1,95

%Energía bruta	3,48±0,38	3,35±0, 18	3,29±0,05	3,2±0,06	3,22±0,05
%Energías digestibles	3,53±0,39	3,10±0, 43	2,93±0,11	2,93±0,12	3,04±0,09
%Energía Metabolizabl e	2,89±0,32	2,54±0, 35	2,40±0,08	2,40±0,10	2,5±0,07
%Fibra Detergente Neutra	76,54±8,42	59,60± 16,94	55,20±3,1 2	54,16±1,82	53,76±3,01
%Fibra Detergente Acida	9,73±1,07	20,77± 11,04	26,39±2,5 1	28,05±2,69	27,93±2,75

El concentrado comercial es igual para todos los tratamientos, la diferencia son los niveles de nutraceuticos por lo tanto su composición nutricional es igual. Estas son promedio de tres muestras por tratamiento analizadas en el laboratorio de Nutrición Animal.

Los niveles de nutraceutico a base de vitaminas y minerales no están ligados a los valores reportados, ya que los niveles de T4 (80 mg/100 ml) son inferiores a los demás, por lo que se desconoce una relación entre la concentración de nutraceutico y el porcentaje de proteína excretada.

En la fibra cruda, el análisis varía, ya que se encontraron valores similares entre las dietas suplementadas con y sin nutraceutico, es decir no se tiene un valor relacionado a la concentración de la suplementación con nutraceutico, debido a que es un comportamiento individual. Se entiende como fibra cruda a los nutrientes no digeribles, que en su mayoría corresponden a celulosa, hemicelulosa y lignina. Sin embargo, en la actualidad no se toma como referente la fibra cruda (FC) en los análisis nutricionales ya que la metodología aplicada para su análisis genera valores que subestimaban el valor real de la muestra y con el tiempo se ha venido evaluando la idea de sustituirse progresivamente por el de fibra alimentaria

(García, 2008). Es por ello por lo que en este estudio no se toma el valor de fibra cruda como una referencia significativa.

En cuanto al nutriente humedad final para T3 (140 mg/100 ml) los valores estuvieron entre 6.47 y 11%, este último es un valor muy distante de T1 (control), cuyo valor más elevado fue de 8.54%, mientras que los valores de T2 (200 mg/100 ml) y T4 (80 mg/100 ml) no tuvieron diferencia significativa entre sí, junto con los valores de alimento balanceado comercial que tampoco tuvieron diferencia significativa con T1, T2 y T4 ($P>0,05$). Se entiende como humedad final la cantidad de agua que contiene la muestra evaluada respecto al peso final por ello es subjetivo el valor de este nutriente ya que, los estados de humedad final dependen del valor inicial de las excretas, el estado de hidratación de cada replica y por consiguiente es difícil relacionar el valor dado de humedad final con la concentración de nutraceutico que se administró (Márquez, 2014), sin embargo se puede decir que para este estudio los animales suplementados con 140 mg/100 ml tuvieron una humedad final en sus excretas significativamente mayor que el grupo control, sugiriendo que la ingesta de agua con nutraceutico para los animales dispuestos en T3 fue mayor que las demás aves suplementadas y que T1 (control) suponiendo que, las aves con suplementación de nutraceutico se hidratan en mayor medida que las no suplementadas.

Por otra parte, las cenizas estuvieron directamente relacionadas con el valor de humedad final sugiriendo que mientras mayor sea el porcentaje de humedad final, el valor porcentual de cenizas va a ser más elevado, siendo el T3 el número mayor con $12,63 \pm 0,44$, mientras que el menor valor entre tratamientos fue para T1 con $11,18 \pm 3,75\%$ y alimento balanceado comercial con $7,43 \pm 0,82\%$.

11.3. Variables de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia

El análisis de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia tomado cada cinco días en un periodo de veinticinco días evidenció que el

consumo de alimento en la segunda toma de datos registrados (Día 10) T1 y T2 no tuvieron una diferencia significativa, sin embargo, T3 consumió menos alimento que el resto de los tratamientos, mientras que el T4 fue el que obtuvo mayor aumento de consumo de alimento. Para el siguiente análisis (Día 15) T2 tuvo resultados mayores con significancia considerable ya que, consumió 100 gramos en promedio más que los demás tratamientos. Para el cuarto análisis de datos (Día 20) el consumo de alimento fue similar con ligero aumento en el T2, sin diferencia significativa, al igual que en el quinto análisis de datos (Día 25), siendo T4 el de mayor consumo de alimento registrado (Tabla 3). En promedio, T1 consumió 199.5 gramos/día por repetición, T2 y T4 consumieron 45 y 4 gramos adicionales a T1 respectivamente, mientras que por otro lado T3 consumió 7 gramos menos al día por repetición que T1, lo que para el día 25 representa en promedio 3,5 kg menos de consumo de concentrado para T3 (Tabla 3). La diferencia entre el consumo de concentrado para los tratamientos con nutraceutico respecto a T3 y el tratamiento control sin suplemento a base de vitaminas y minerales, sugiere que hay una disminución de consumo de concentrado ante la presencia del nutraceutico.

Según un estudio realizado por Del Carpio et al. 2015, acerca de la sustitución de productos farmacéuticos por insumos nutraceuticos en producciones de carne de pollo, los resultados de la investigación arrojaron la presencia de un aumento de consumo de alimento diaria total de 3,5 kg y de 7 gr/día similares en tratamientos donde se hacía uso de nutraceutico sin APC y grupo control, a diferencia de los tratamientos con el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) con nutraceuticos y sin nutraceutico; la explicación al menor consumo de alimento en las dietas con presencia de antibiótico promotor del crecimiento se centraría en el efecto neto de su empleo (Del Carpio et al. 2015), hay un ahorro de consumo de alimento para el mantenimiento tanto de la superficie intestinal como la cantidad de absorción de nutrientes suficientes para el organismo del ave, efecto similar al evidenciado en el presente estudio con el producto nutraceutico con respecto al comportamiento de consumo alimenticio de T3 elevando satisfactoriamente los

índices de las variables analizadas respecto a las aves sin suplemento a base de vitaminas y minerales .

Tabla 3. VARIABLES DE CONSUMO, PESO, COEFICIENTE DE EFICIENCIA PROTEICA, EFICIENCIA PROMEDIO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN POLLOS DE ENGORDE

ITEM	T1	T2	T3	T4
Consumo alimento día 5	155,0 ^b	140,0 ^b	137,5 ^b	112,5 ^a
Consumo alimento día 10	162,5 ^{ab}	170,0 ^{ab}	155,0 ^a	185,0 ^b
Consumo alimento día 15	205,0 ^a	395,0 ^a	197,5 ^a	207,5 ^a
Consumo alimento día 20	207,5 ^a	247,5 ^b	210,0 ^a	202,5 ^a
Consumo alimento día 25	267,5 ^a	267,5 ^a	262,5 ^a	312,5 ^b
Consumo alimento promedio	199,5 ^a	244,0 ^a	192,5 ^a	204,0 ^a
Ganancia de peso 5	59,5 ^a	67 ^a	233 ^b	266,35 ^c
Ganancia de peso 10	57,3 ^c	51 ^b	18,8 ^a	19,93 ^a
Ganancia de peso 15	69,54 ^a	77,2 ^a	70,44 ^{ab}	87,215 ^b
Ganancia de peso 20	90,6925 ^a	92,86 ^a	93,51 ^a	96,355 ^a
Ganancia de peso 25	92,06 ^a	102,3275 ^{ab}	97,5 ^{ab}	109,03 ^b
Peso total 5	487,5 ^a	517 ^a	1356,5 ^b	1529,25 ^c
Peso total 10	774 ^a	774,5 ^a	1450,5 ^b	1628,9 ^c
Peso total 15	1060,5 ^a	1029,5 ^a	1544,5 ^b	1728,55 ^c
Peso total 20	1513,96 ^a	1493,8 ^a	2012,06 ^b	2210,335 ^c
Peso total 25	1974,2675 ^a	2005,44 ^a	2499,55 ^b	2755,48 ^c
Conversión Alimenticia 5	2,745 ^a	2,1875 ^a	0,5925 ^b	0,42 ^b
Conversión	2,8325 ^a	3,355 ^a	8,2725 ^b	9,3925 ^b

Alimenticia 10				
Conversión	5,1 ^a	2,97 ^a	2,875 ^a	2,38 ^a
Alimenticia 15				
Conversión	2,29 ^a	2,67 ^b	2,2575 ^a	2,1 ^a
Alimenticia 20				
Conversión	2,9025 ^a	2,615 ^a	2,7075 ^a	2,875 ^a
Alimenticia 25				
Aumento total promedio	58,1023 ^c	53,8443 ^a	60,7259 ^d	57,4434 ^b
Conversión	2,7071 ^a	3,1102 ^a	1,8789 ^a	1,7618 ^a
Alimenticia Promedio				
Eficiencia promedio	37,0417 ^a	33,7701 ^a	53,2993 ^b	56,7647 ^b
Coeficiente eficiencia proteica	1,0704 ^a	1,2727 ^a	1,2262 ^a	1,8235 ^b
Peso canal	1494,175 ^a	1525 ^a	2050 ^b	1350 ^a

**Letras distintas en la misma fila indican diferencias entre tratamientos.*

En base a lo anterior planteado, frente a los ahorros nutricionales reportados, el ave, en respuesta a una señal orgánica, reduciría el consumo de alimento. Sin embargo, tales ahorros no necesariamente se reflejarían en mayor rendimiento, ya que para ello se requeriría de factores estimulantes del anabolismo que permitan mayor síntesis de tejido (principalmente muscular) (Del Carpio et al 2015), por ende, en dicho estudio al evaluar la ganancia de peso, se encontró un aumento exponencial de la ganancia de peso total con el uso de nutraceúticos suplementario sin APC, obteniendo valores superiores del 13% (2.182 g) y 17% (2.203 g) en comparación.

Como en el caso del consumo de alimentos, donde hubo antibióticos los incrementos de peso tendieron a ser menores. Dado que las ganancias de peso son reflejo de las cantidades de alimento consumidas, se pueden apreciar las mismas tendencias para el comportamiento de los tratamientos evaluados (Del Carpio et al, 2015). En el presente estudio para el día 5 T4 fue el que más

aumentó su peso por animal en promedio respecto a los demás tratamientos seguido de T3, mientras que T2 y T1 tuvieron un menor aumento de peso. Para el día 10 el aumento de peso fue menor para todos los tratamientos, siendo superior en T1 y T2 respecto a los demás, para el tercer pesaje fue similar para todos los tratamientos, sin embargo, el T3 en promedio fue menor el peso registrado. Para el día 20 fue similar para todos los tratamientos y para el día 25 hubo una ligera diferencia ascendente para T2 y T4. En promedio la ganancia de peso/día fue mayor en T4, T3, T2 y T1 respectivamente, siendo T4 el que en promedio tuvo mayor ganancia de peso/día y T1 el que menor ganancia de peso tuvo en promedio/día (Tabla 3, Figura 4), siendo un comportamiento consistente y no directamente proporcional a las concentraciones de nutraceúticos usados ya que el T4 fue el tratamiento con menor concentración de nutraceútico administrado, seguido por T3, T2 respectivamente y T1 sin suplementación.

En la práctica, el pollo es sometido a condiciones extremas que impiden que logre alcanzar los valores productivos considerados ideales al momento de llegar al mercado. Para afrontar este problema son necesarios los suplementos nutritivos, que son aquellos que suplen deficiencias propias de la dieta o aquellas ocasionadas porque el animal es incapaz de elaborar estos compuestos en las cantidades necesarias y sin embargo son necesarias para su desarrollo normal, tales como los minerales, las vitaminas y los aminoácidos (FAO, 2012). Las vitaminas son compuestos nutritivos orgánicos presentes en bajas concentraciones que no aportan energía, pero participan en una gran cantidad de procesos (Sumano y Gutiérrez, 2010).

Con respecto al grupo de vitaminas liposolubles, la Vitamina E posee múltiples funciones: como antioxidante, es la única vitamina capaz de actuar a nivel de la membrana celular y tiene acción en la inmunidad, dado que participa en la síntesis de eicosanoides, encargados de modular la producción de prostaglandinas y leucotrienos. Lin y Chang (2006), demostraron que las gallinas suplementadas con vitamina E presentan mayor ganancia de peso; sin embargo, esto no ocurre en los gallos. En los gallos, una suplementación de vitamina E a 20mg/kg de dieta mejora

la respuesta inmune frente a algunas enfermedades virales, pero a mayores dosis disminuyen los títulos de anticuerpos, esto sugiere que una dosis excesiva de vitamina E puede disminuir la respuesta inmune.

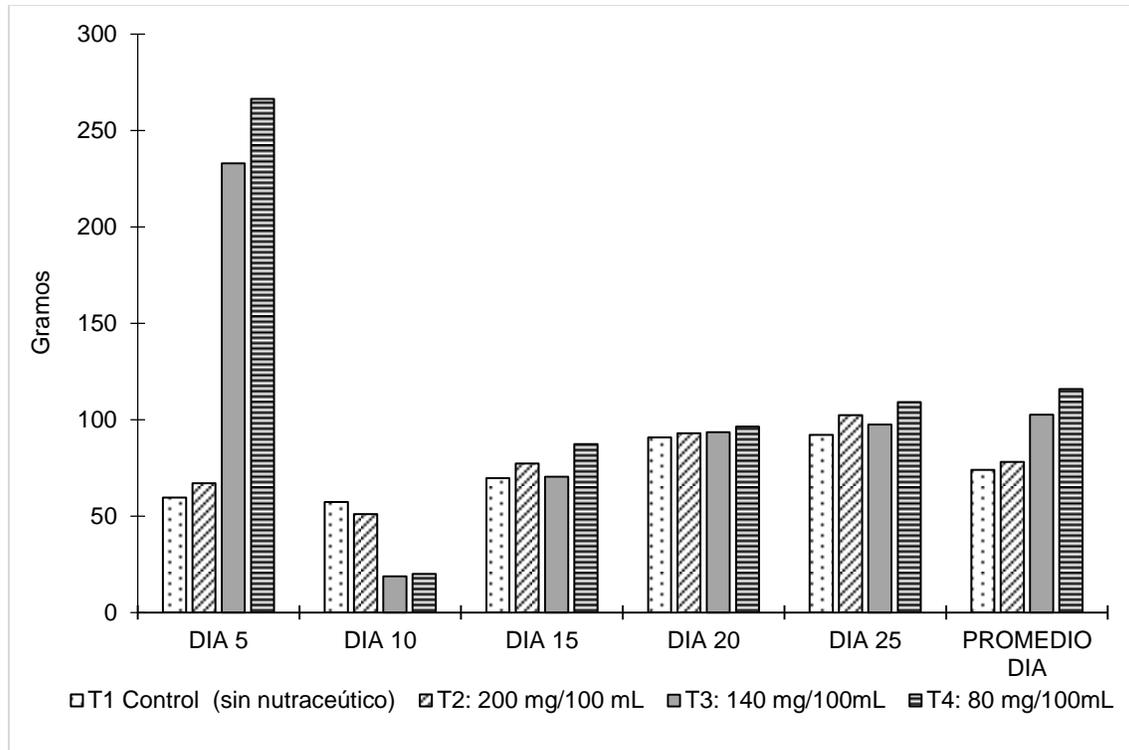


Figura 4. Ganancia de peso por tratamiento durante el periodo experimental

Continuando con el análisis de conversión alimenticia (CA) para el día 5 la conversión alimenticia de T1 se representa en 2,74 siendo el mayor y en 0,42 para T4 siendo el menor (Figura 5), sin embargo, para el día 10 el resultado es contrario siendo 9,39 para T4 y 8,27 para T3, mientras que el resultado 2,83 fue para el T1 siendo el menor, de igual forma a lo largo del ensayo experimental fluctuó. En promedio T4 tuvo la menor C.A (1,76) seguido de cerca por el T3 (1,87), por otra parte, T1 (2,70) y T2 (3,11) tuvieron los mayores resultados de C.A en promedio respecto a los demás tratamientos (Tabla 3, Figura 5) rescatando que las variables cualitativas no evaluadas como el estrés producido por las altas temperaturas del lugar del ensayo experimental las cuales podrían afectar en la ganancia de peso y a su vez en la conversión alimenticia. En el estudio de Del Carpio Hernández et al.2015, la conversión alimenticia (C.A) fue otra variable evaluada por los autores citados, quienes encontraron que la CA en los

tratamientos con y sin nutraceúticos obtuvieron resultados similares y superiores a la obtenida por el tratamiento de dieta tradicional con APC (1,68) en funci3n de estos resultados se puede inferir que en el tratamiento con nutraceútico y sin APC (1,59) no s3lo hubo una mayor disponibilidad de nutrientes a nivel del intestino, sino que tambi3n una mayor tasa de absorci3n y fueron empleados m3s eficientemente en las funciones de s3ntesis de tejido. La observaci3n de las C.A. generales muestra que las logradas con los tratamientos que incluyeron antibi3tico promotor del crecimiento no fueron malas (Del Carpio et al, 2015) pero los valores logrados con el tratamiento con nutraceútico sin APC fueron superiores. En el presente estudio a pesar del comportamiento ascendente de la conversi3n alimenticia en el d3a 10 al final del periodo experimental no se evidenci3 una diferencia estadística significativa entre los valores finales registrados.

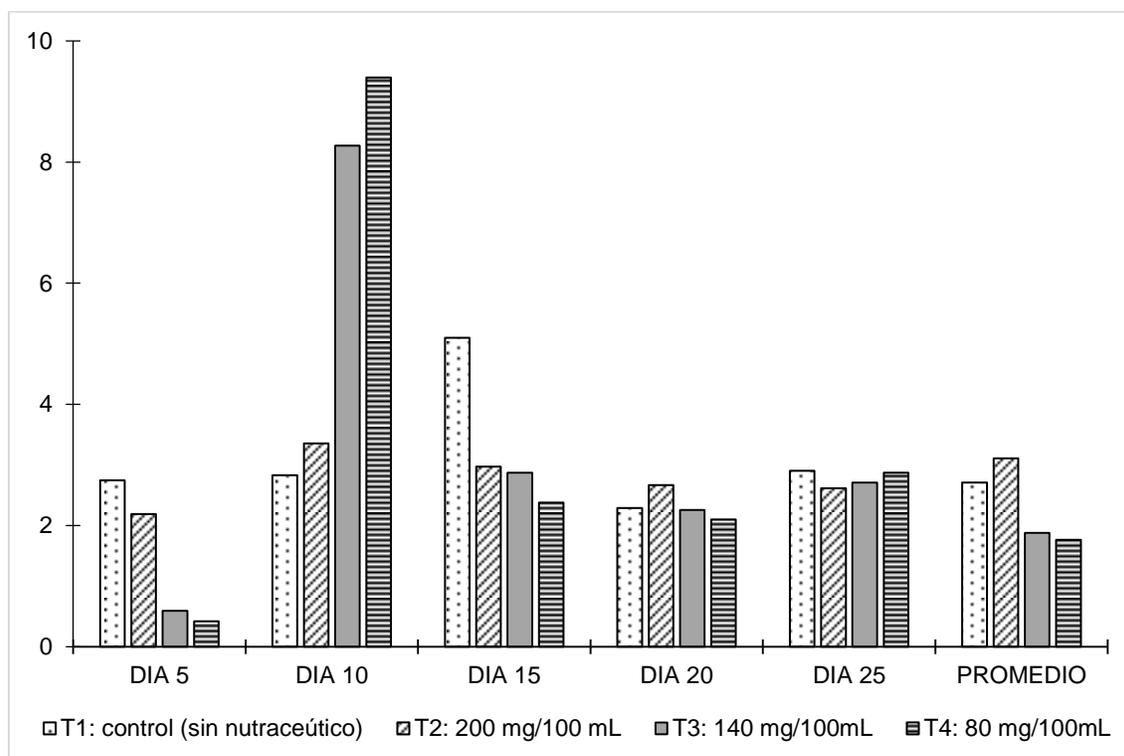


Figura 5. Conversi3n alimenticia durante el periodo experimental

Un estudio llevado a cabo para determinar el efecto de vitaminas y minerales sobre los par3metros productivos, la inmunidad y la calcificaci3n 3sea, sugiere que la concentraci3n de 200 UI/Kg para la vitamina D3, que propone el National Research Council (1994), es baja, dado que los pollos suplementados con niveles

más altos de vitamina D3 (2000 UI/kg) presentaron un mejor ratio de conversión alimenticia, una mayor calcificación a nivel de la tibia en pollos de 21 días y una mejor respuesta inmune a la vacuna contra Newcastle (Gómez *et al.*, 2013). A diferencia de los mamíferos, el proceso mediante el cual el metabolito 7 dihidroxicolesterol se convierte en vitamina D3 en la piel de las aves, es complicado. Así, este metabolito se concentra en el aceite de la glándula de la pluma y durante el acicalamiento es expuesto a los rayos UV para dar lugar a la vitamina D3, la cual posteriormente es ingerida por el ave durante el proceso de acicalamiento. Sin embargo, este mecanismo es sumamente ineficiente y dado que las aves de producción permanecen en galpones, la exposición a rayos UV es mucho menor; esta vitamina es indispensable para la adecuada regulación de la homeóstasis de calcio y fósforo, por su papel, tanto en el aumento de su reabsorción por los túbulos renales proximales, como en la mineralización ósea. De allí que su suplementación sea crucial principalmente en animales jóvenes (Sumano y Gutiérrez, 2010).

11.4. Coeficiente de eficiencia proteica

El coeficiente de eficiencia proteica (CEP) para T1 fue menor que para T4 teniendo aproximadamente un valor 0.82 puntos por debajo del resultado, sin embargo, T2 estuvo 0.2 puntos por encima de T1 y 0.05 puntos por encima de T3, al final T4 obtuvo un comportamiento de mayor valor (1,82 gramos) (Figura 6) con un resultado estadísticamente significativo ($P < 0,05$) en comparación de los otros tres tratamientos (Tabla 3). Desde el punto de vista de la eficiencia alimentaria definida en términos de la capacidad de convertir alimento en peso vivo (Marín *et al.*, 2003), se puede evidenciar y concluir que el tratamiento 4 es aquel que tiene mayor cantidad de requerimiento de consumo para granar peso.

Las vitaminas hidrosolubles incluyen todas las vitaminas del complejo B y la vitamina C. A diferencia de las vitaminas liposolubles, estas vitaminas sí pueden ser producidas por la flora intestinal de los sacos ciegos; sin embargo, dadas las

exigencias de la producción, este aporte no suele ser suficiente para cubrir las demandas; La vitamina B12 desempeña un papel importante en la síntesis de anticuerpos, ayuda a mantener la función normal del cerebro, actúa en la formación de glóbulos rojos y participa en el metabolismo de las proteínas. En las aves de corral, su deficiencia no produce mortalidad, pero se asocia a anorexia, pérdida de peso, reducción de los depósitos de grasa corporal y caída en la producción de huevos. Por otro lado, la suplementación de piridoxina con L-metionina en pollos de engorde, se asocia a un incremento significativo en el crecimiento y la conversión alimenticia (Sumano y Gutiérrez, 2010).

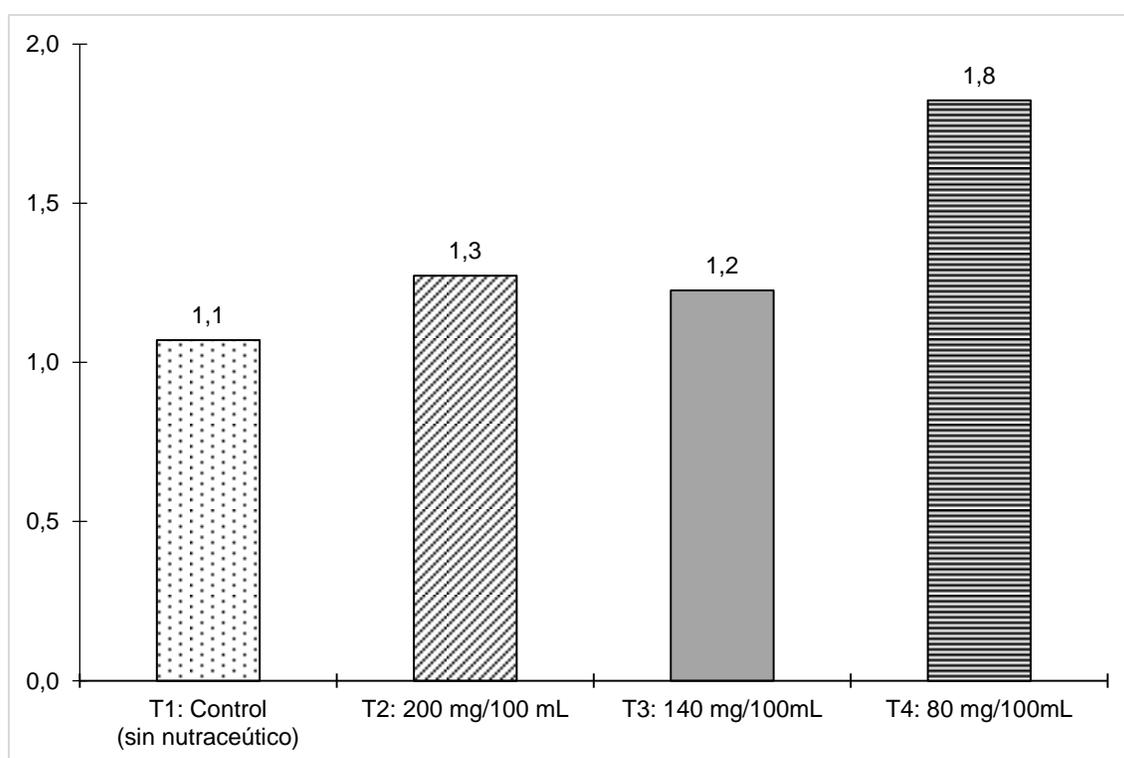


Figura 6. Promedio de coeficiente de eficiencia proteica por tratamiento

11.5. Peso y rendimiento en canal

Para el parámetro de peso en canal el tratamiento superior fue T3 teniendo un resultado de 2 kg en promedio por animal, 700 g por encima de T4 con un resultado de 1,3 kg en promedio por animal, siendo este el tratamiento con el peso en canal más bajo, 500 g y 450 g por encima T1 control y T2 respectivamente

(Tabla 3 Gráfica 7). Lo planteado anteriormente no es consistente con los resultados del coeficiente de eficiencia proteica con respecto los datos obtenidos de tratamiento 4, distinto a lo evidenciado al tratamiento 3 al obtener el mayor valor (2,050 gramos) más, sin embargo, no obtuvo el valor más bajo de CEP ni CA. El comportamiento fluctuante de los parámetros productivos previamente descritos como consumo de alimento, conversión alimenticia, coeficiente de eficiencia proteica y ganancia de peso presentado durante y el final del periodo experimental pueden ser basados en una serie de teorías sobre la afectación en el consumo de alimento y rendimiento productivo; Los mecanismos reguladores comunes del consumo de alimento incluyen: la teoría glucostática, la teoría termostática, la distensión del tracto gastrointestinal, entre otros (Quishpe, 2006).

La teoría glucostática se refiere a la regulación de la azúcar sanguínea y la cantidad de glucosa que entra al hígado después de consumir un alimento. La hipoglucemia estimula un centro nervioso para el consumo, mientras que la hiperglucemia estimula el centro para la saciedad. Los mecanismos de control glucostático parecen tener una prioridad sobre todos los otros, ya que consumen alimento para satisfacer primero sus requerimientos energéticos. Por otro lado, el factor ambiental más importante que controla el consumo de alimento es la temperatura ambiental. Las aves son homeotérmicas, lo cual significa que deben mantener una temperatura interna constante contra una temperatura ambiental o del entorno; la zona termoneutral es el rango de temperatura ambiental en el cual la perdida de calor del ave que se produce de las actividades metabólicas normales será suficiente para mantener la temperatura interna (Quishpe, 2006).

Bajo condiciones de mucho calor, es posible que las aves no sean capaces de disipar el calor que surge del calor de la termogénesis asociado con la actividad metabólica normal, incluyendo el metabolismo de nutrientes. Además, los requerimientos energéticos para el mantenimiento caerán. Las dietas utilizadas en periodos calurosos deben tener un menor aporte de fibra cruda con el fin de aumentar la concentración calórica y disminuir el incremento calórico, con lo que se afecta el consumo. Cualquier sistema donde exista mayor ventilación,

disminución de la temperatura por saturación de la humedad ambiental o mojado del techo de los galpones o cualquier otra técnica que disminuya la temperatura ambiental en los galpones en períodos cálidos se refleja en aumentos en el consumo de materia seca (Quishpe, 2006).

El consumo de alimento disminuye conforme la temperatura ambiental se eleva por encima de la neutralidad térmica. Debido a que los procesos metabólicos asociados con la digestión aumentan significativamente la carga de calor corporal, el consumo de alimento debe disminuir para mantener la temperatura corporal cuando las aves están expuestas a condiciones crónicas de estrés por calor. El calor latente de digestión depende de la composición de la dieta, por ende, la energía de la dieta en forma de carbohidratos genera significativamente más calor latente de la digestión debido al transporte activo que cuando la energía está en forma de grasa de la dieta. En el presente estudio los animales presentaron un consumo de alimento diario inferior al objetivo de desempeño aproximado de la línea a la que pertenecen, que se encuentra en los 239 gramos/día/animal (Cobb-vantress, 2022).

El consumo de alimento en gran medida está influenciado por el apetito del animal, el cual está muy relacionado con el desempeño en el crecimiento de los pollos de engorde. Los pollos de engorde no crecen en todo su potencial genético a menos de que consuman todos sus requerimientos de nutrientes todos los días. Además de una formulación de la dieta adecuada, el mantenimiento de una máxima ingestión de alimento es el factor más importante que determinará la tasa de crecimiento y la eficacia de utilización de los nutrientes (Quishpe, 2006).

La ingestión de alimentos por el animal está controlada por mecanismos fisiológicos que llevan al animal a iniciar y a finalizar el consumo en un momento dado, es un aspecto multifactorial controlado por el hipotálamo y este consumo debe corresponder a las necesidades y requerimientos del estado fisiológico del ave. Los cambios metabólicos mediados por citosinas, movilizan glucosa desde los tejidos perisféricos hacia los sitios de generación de respuesta inmune. En cuanto a las proteínas, estas son hidrolizadas para suministrar aminoácidos, que

serán determinados para la producción de glucosa vía glucogénesis y así suplir las necesidades energéticas (Machado y Flores, 2005). Se sabe que durante el estrés el consumo de agua aumenta para mantener la osmolaridad de fluidos corporales, debido a la necesidad de excretar compuestos nitrogenados producido por la hidrólisis de proteínas, los cambios en el metabolismo durante el estrés favorecen la deposición de grasa (Tavernari et al, 2008). La ganancia de peso promedio de tratamiento control y T2 obtuvieron resultados que se asemejan al valor de desempeño de la línea de 80 gramos de ganancia de peso promedio (2022), caso contrario de T3 y T4 los cuales tuvieron desempeños superiores registrados en las guías técnicas de manejo, más sin embargo, el peso final de todos los tratamientos se encontraron por debajo de los 3,801 gramos, y los valores de conversión alimenticia se observaron por encima de los valores de referencia de la línea COBB 500 estimada en 1.646 (Cobb-vantress, 2022).

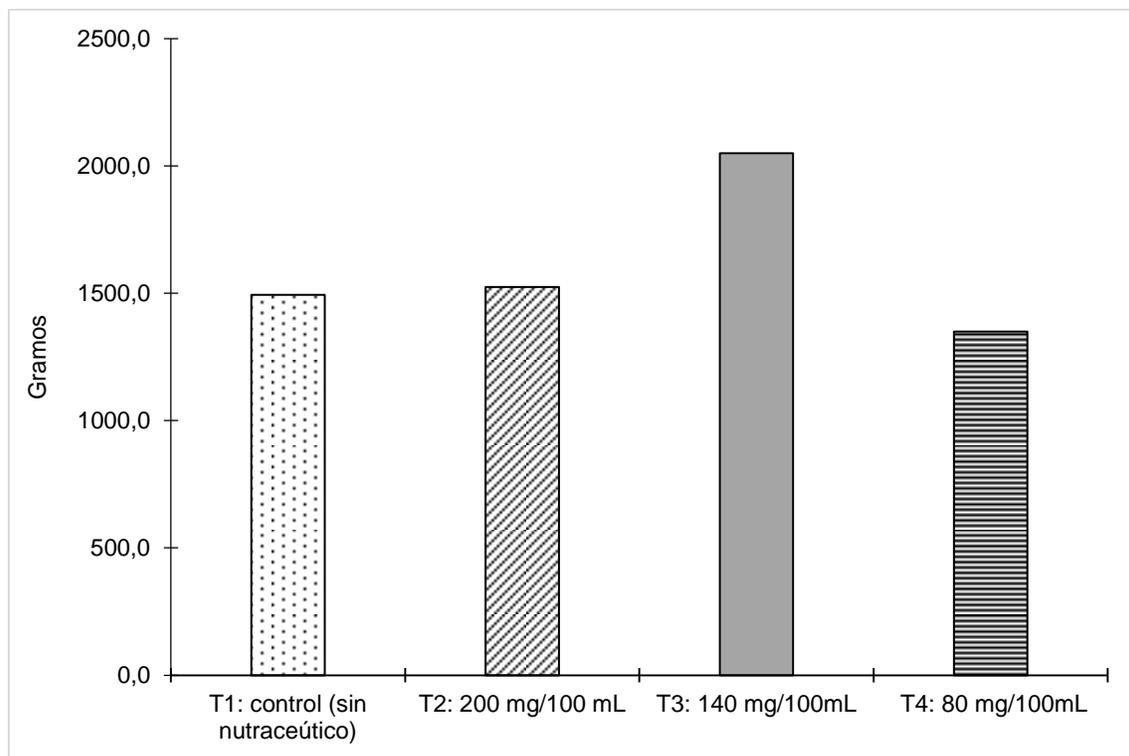


Figura 7. Peso promedio en canal por tratamiento

Para el rendimiento en canal se tiene que los valores de T1 y T2 son similares con un promedio de 75.85%, mientras que el T4 presentó un 49% siendo el más bajo,

pero el mayor porcentaje fue para T3 con 82% (Figura 8). Según un estudio de Román y Martillo (2018), acerca de la evaluación del rendimiento en canal en pollos de engorde inoculados con *E. Coli* y suplementados con y sin vitaminas en conjunto con antibióticos tuvo como resultados que el peso en canal indicaba una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre sus tratamientos, donde el grupo D (vitaminas) y grupo B (vitaminas y antibióticos) diferían respecto al resto de tratamientos, siendo el grupo con la mayor ganancia de peso canal obteniendo un porcentaje mayor al resto con un 26,91%, sin embargo es el grupo que tiene menor uniformidad. En conclusión, se observó que la utilización de vitaminas genera mayor ganancia de peso promedio en aves, debido a que obtuvieron el mejor promedio en cuanto al peso vivo, peso canal, peso pierna – muslo, peso ala y peso menudencia comestible, a pesar de su baja uniformidad.

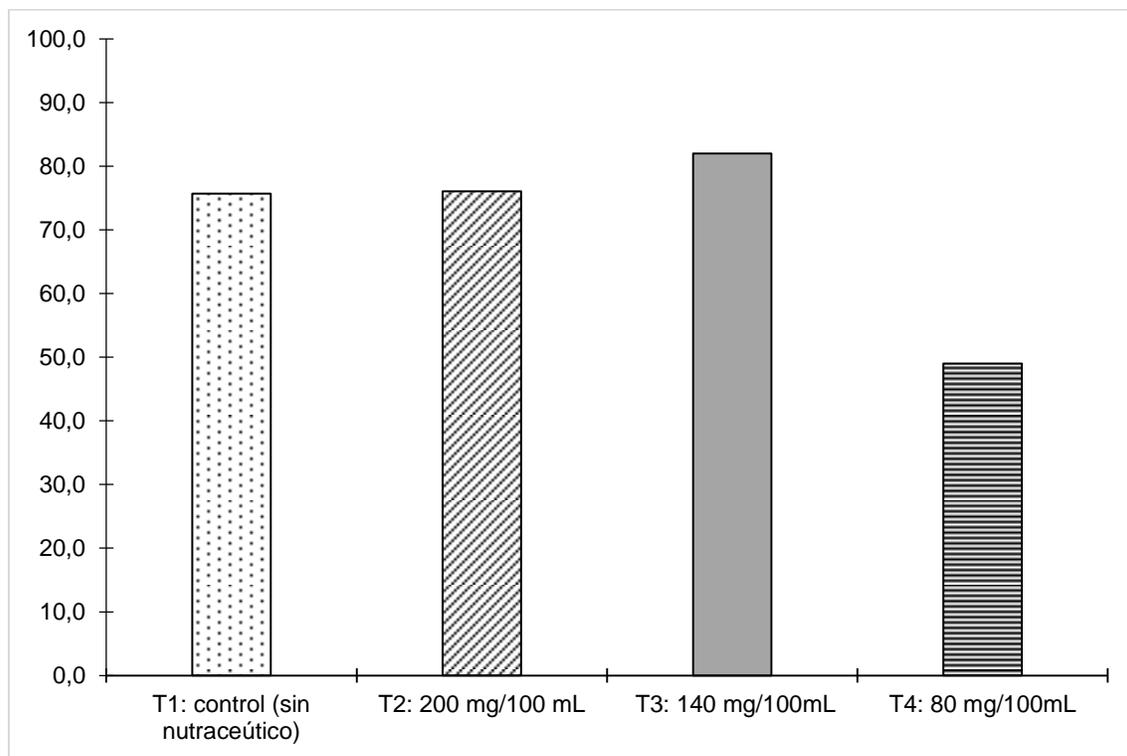


Figura 8. Rendimiento en canal promedio por tratamiento

11.6. Porcentaje de digestibilidad

La variación entre los valores obtenidos de la digestibilidad de proteína cruda entre tratamientos es de 4% aproximadamente, siendo T1 (control) el mayor, mientras que T4: 80 mg/100 ml fue el menor, por otra parte, el T2: 200 mg/100 ml y T3: 140 mg/100 ml no presentaron diferencias significativas en los valores obtenidos.

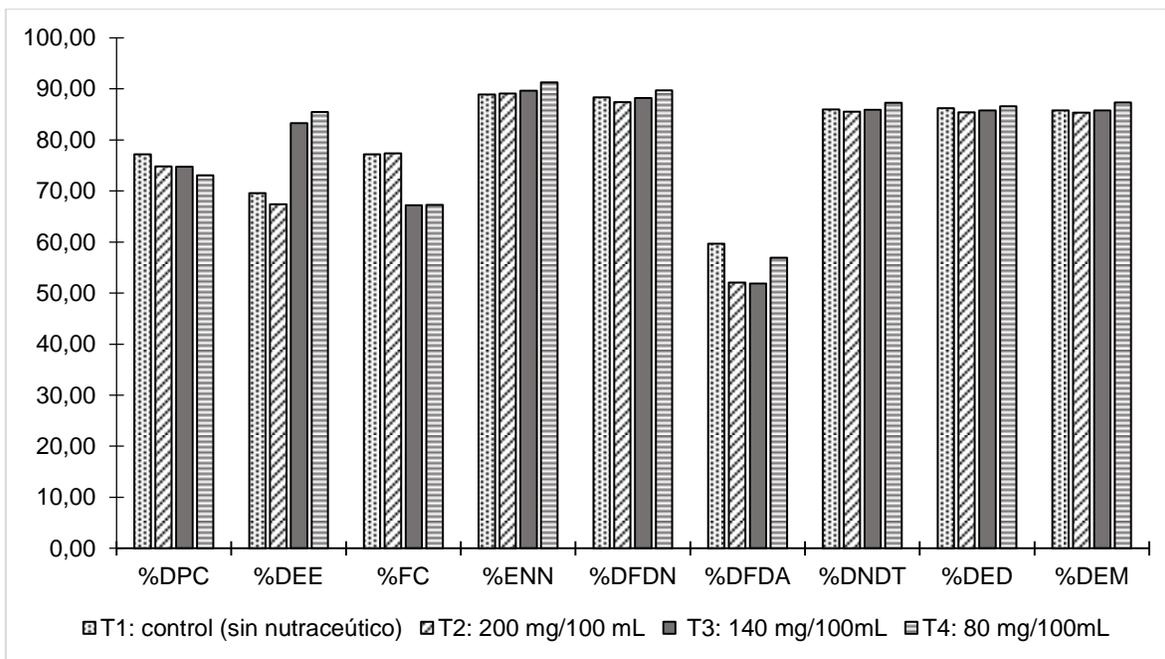


Figura 9. Digestibilidad de los nutrientes evaluados entre tratamientos

Teniendo en cuenta lo anterior se puede decir que las dietas fueron aprovechadas sobre un 73% a 77% en el factor de la proteína ingerida, pero no se puede establecer un valor importante o significativo entre la relación de suplementación y no suplementación con nutraceutico comercial. En el análisis de la digestibilidad del extracto etéreo se evidencia que los valores de T4: 80 mg/100 ml y T3: 140 mg/100 ml, tuvieron una diferencia de aproximadamente 15% respecto a los valores expresados en los tratamientos T1 (control) y T2: 200 mg/100 ml, cuyo valor fue el menor con 67,37%. En la valoración de los datos obtenidos de la digestibilidad de la fibra cruda los datos fueron completamente contrarios a los anteriores, teniendo valores superiores T1 (control) y T2: 200 mg/100 ml, con 77% aproximadamente, 10% en promedio superiores a T3: 140 mg/100 ml y T4: 80 mg/100 ml. Los valores de digestibilidad de fibra detergente neutra no presentan variaciones relevantes ya que todos estuvieron sobre el 87% - 89%

aproximadamente. Los datos obtenidos para el nutriente de fibra detergente acida se obtuvo que el tratamiento que más aprovecho este nutriente fue el T1 (control) con un valor de 59.6%, seguido por T4: 80 mg/100 ml con 59.9% mientras que T2: 200 mg/100 ml y T3: 140 mg/100 ml presentaron valores de 52,05% y 51,85% respectivamente, así mismo el análisis de nutrientes digestibles totales estuvieron entre 86% y 87% que junto a nutriente anterior no representan diferencia significativa. Adicionalmente el resultado de los análisis de digestibilidad para los nutrientes de energía digestible y metabolizable los valores estuvieron 85,42 % - 86,60% y 85,36% - 87,33% respectivamente para cada uno de los nutrientes, pero no representan diferencia significativa.

El valor nutritivo de los alimentos empleados en las dietas es fundamental ya que no es viable solo el manejo estadístico de los análisis químicos, ya que los procesos de digestión, absorción y metabolismo de los animales es completamente individual y varían de forma drástica entre un animal y otro, por ello es que se emplean los análisis de digestibilidad, ya que permiten evaluar la proporción de nutrientes que pueden ser aprovechados, y verificar si los procesos productivos son rentables, o si en su defecto deben haber cambios en la dieta según su comportamiento bioquímico y zootécnico. La digestibilidad depende de los componentes nutricionales de la ración que se administra y a su vez compararla con los valores de referencia de la línea empleada según el tipo de alimentación que se usa en la explotación (Sotelo y Vivas, 2011)

El análisis de los datos permitió verificar que en el factor de evaluación de la digestibilidad de los nutrientes no hubo diferencia significativa para los tratamientos con los números mas favorables en valores zootécnicos, sin embargo en el nutriente de digestibilidad de extracto etéreo los números mas favorables fueron para los tratamientos suplementados con menor concentración, lo que puede sugerir que hay un mejor aprovechamiento de los lípidos cuando son suplementados pero a bajas concentraciones, ya que el porcentaje de absorción de T3: 140 mg/100 y T4: 80 mg/100 ml supero en más de 15 % al Tratamiento control. Se tiene que la inclusión de ciertos aditivos en las dietas empleadas para

pollos de engorde en el trópico bajo para la etapa de finalización aumenta la disponibilidad de absorción de vitaminas liposolubles y lípidos compuestos que podrían aumentar la pigmentación en la piel y generar una coloración más vistosa (Sánchez y Jurado, 2011), sin embargo dicha apreciación no se relaciona con el aumento de peso o rendimiento en canal, sino que se puede categorizar como un beneficio en las cualidades de las canales que hacen que se consideren de mejor calidad según la apreciación del consumidor final.

12. CONCLUSIONES

- La presencia de nutracéuticos en la dieta tendió a disminuir el consumo de alimento. En promedio, T1 consumió 199.5 gramos/día por repetición, T2 y T4 consumieron 45 y 4 gramos adicionales a T1 respectivamente, mientras que por otro lado T3 consumió 7 gramos menos al día por repetición que T1, lo que para el día 25 representa en promedio 3,5 kg menos de consumo de concentrado para T3 por lo que, la diferencia entre el consumo de concentrado para los tratamientos con nutraceútico respecto a T3 y el tratamiento control sin suplemento a base de vitaminas y minerales sugiere una disminución en el consumo de concentrado.
- El empleo de principios nutracéuticos permitió mayores incrementos de peso que en el tratamiento control, siendo T4 el que en promedio tuvo mayor ganancia de peso/día y T1 el que menor ganancia de peso tuvo en promedio/día siendo un comportamiento no asociado a la concentración de nutraceútico utilizado ya que corresponde a la concentración menor.
- La eficiencia de utilización de los alimentos fue mejor cuando se emplearon nutracéuticos, la ventaja en la conversión alimenticia en promedio fue: T4 tuvo la menor C.A (1,76) con respecto a T1 (2,70) y T2 (3,11), los cuales tuvieron los mayores resultados, más sin embargo es el tratamiento con mayor CEP y menos ganancia de peso y rendimiento en canal al final del periodo experimental.
- Se evidenció una relación entre el uso de principios nutracéuticos y su concentración con el peso final en canal, ya que el tratamiento superior fue T3 teniendo un resultado de 2 kg en promedio por animal, 700 g por encima de T4 con un resultado de 1,3 kg en promedio por animal, siendo este el tratamiento con el peso en canal más bajo, 500 g y 450 g por encima T1 control y T2 respectivamente.
- La presencia de nutraceúticos en la dieta no representa cambios significativos en los valores obtenidos en la digestibilidad de los nutrientes evaluados, sin embargo

en la absorción de lípidos si se presenta un aumento marcado de la absorción para dietas suplementadas pero con bajas concentraciones, dado que los tratamientos 3 y 4 cuyas concentraciones de nutraceutico fueron más bajas presentaron en promedio 15% mayor absorción de extracto no nitrogenado que en la dieta control y la dieta suplementada con el valor más alto de nutraceutico.

13.RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar estudios con el fin de profundizar en el efecto de los nutraceuticos en el rendimiento productivo y digestibilidad de nutrientes de los pollos de engorde como alternativas de suplementación y promotores de crecimiento en la alimentación, generando oportunidades productivas.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abarca Alulema, L. A. (2021). *Efectos de las enzimas digestivas en la producción de pollos de engorde*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15644>
2. Acamovic, T., & Brooker, J. D. (2005). Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(3), 403-412. <https://doi.org/10.1079/PNS2005449>
3. Acevedo, D., Montero, P. M., & Jaimes, J. D. C. (2015). Determinación de Antibióticos y Calidad Microbiológica de la Carne de Pollo Comercializada en Cartagena (Colombia). *Información tecnológica*, 26(1), 71-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000100008>
4. Adegbenro, M., Ayeni, O. A., Agbede, J. O., & Aletor, V. A. (2020). Inclusion of fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis*) fortified bread waste in broiler chickens' diets. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 97. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00346-4>
5. Afsharmanesh, M., Sadaghi, B., & Silversides, F. G. (2013). Influence of supplementation of prebiotic, probiotic, and antibiotic to wet-fed wheat-based diets on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and gastrointestinal characteristics of broiler chickens. *Comparative Clinical Pathology*, 22(2), 245-251. <https://doi.org/10.1007/s00580-011-1393-2>
6. Aguilera-Díaz, M. M. (2014). *Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: Instituciones, organizaciones y tecnología*. Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/dtseru.214>

7. Amer, S. A., Beheiry, R. R., Abdel Fattah, D. M., Roushdy, E. M., Hassan, F. A. M., Ismail, T. A., Zaitoun, N. M. A., Abo-Elmaaty, A. M. A., & Metwally, A. E. (2021). Effects of different feeding regimens with protease supplementation on growth, amino acid digestibility, economic efficiency, blood biochemical parameters, and intestinal histology in broiler chickens. *BMC Veterinary Research*, 17(1), 283. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02946-2>
8. Avícola, C. (s. f.). *DIRECCIÓN DE CADENAS PECUARIAS, PESQUERAS Y ACUÍCOLAS*. 36.
9. Bakare, A. G., Cawaki, P., Ledua, I., Kour, G., Jimenez, V., Sharma, A., & Tamani, E. (2020). Acceptability, growth performance and nutritional status of chickens fed cassava leaf meal (CLM)–based diets. *Tropical Animal Health and Production*, 52(5), 2481-2489. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02274-x>
10. *Biblioteca IDEAM Koha* › *Detalles de: Cartilla Técnica*. (s. f.). Recuperado 20 de julio de 2022, de <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37577>
11. Cabrera, M. E. S., & Orozco, E. A. V. (2011). *EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD in-vivo DE LA HARINA DE FORRAJE DE CANAVALIA (Canavalia brasiliensis) CRUDO EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE*. 2011, 71.
12. Campos, A., Salguero, S., Albino, L., & Rostagno, H. (2022). *Aminoácidos en la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína Ideal*.

13. Castilla Gonzáles, F. A. (2018). Efecto de la inclusión de un suplemento nutricional líquido sobre los parámetros productivos según la edad de pollos de engorde. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7981>
14. Cobb-vantress (2022) Cobb 500 pollo de engorde: Suplemento Informativo Sobre Rendimiento y Nutrición. https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf
15. Colitti, M., Stefanon, B., Gabai, G., Gelain, M. E., & Bonsembiante, F. (2019). Oxidative Stress and Nutraceuticals in the Modulation of the Immune Function: Current Knowledge in Animals of Veterinary Interest. *Antioxidants*, 8(1), 28. <https://doi.org/10.3390/antiox8010028>
16. CORMACARENA, & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena (Eds.). (2014). *Cartilla Técnica: Sobre la Implementación de la Guía Ambiental para el Subsector Avícola en el Departamento del Meta*. CORMACARENA.
17. Cruz, A., Sterten, H., Steinhoff, F. S., Mydland, L. T., & Øverland, M. (2020). Cyberlindnera jadinii yeast as a protein source for broiler chickens: Effects on growth performance and digestive function from hatching to 30 days of age. *Poultry Science*, 99(6), 3168-3178. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.01.023>
18. Das, L., Bhaumik, E., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2012). Role of nutraceuticals in human health. *Journal of Food Science and Technology*, 49(2), 173-183. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0269-4>

19. Del Carpio Hernández, Sergio Rafael B.; DEL CARPIO RAMOS Pedro Antonio (2015). Sustitución de farmacéuticos por nutracéuticos en la alimentación de pollos de carne. *Revista de investigación y cultura Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo*; 4(2), 70-80.
20. Delgado, D. C. (s. f.). *Efecto de la suplementación proteica en el consumo y la digestión de nutrientes en búfalos de río y vacunos Cebú comerciales*. 3, 6.
21. Dibner, J. J., & Richards, J. D. (2005). Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. *Poultry Science*, 84(4), 634-643. <https://doi.org/10.1093/ps/84.4.634>
22. Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas. (s. f.). Recuperado 20 de julio de 2022, de <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Paginas/Direccion-de-Cadenas-Pecuarias.aspx>
23. *Documentos de Estadística | Fedegán*. (s. f.). Recuperado 20 de julio de 2022, de <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>
24. Dupak, R., Kovac, J., Kalafova, A., Kovacik, A., Tokarova, K., Hascik, P., Simonova, N., Kacaniova, M., Mellen, M., & Capcarova, M. (2021). Supplementation of grape pomace in broiler chicken's diets and its effect on body weight, lipid profile, antioxidant status and serum biochemistry. *Biologia*, 76(9), 2511-2518. <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00737-6>
25. *Effects of amino acids on egg number and egg mass of brown (heavy breed) and white (light breed) laying hens—ScienceDirect*. (s. f.).

Recuperado 20 de julio de 2022, de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119390030?via%3Dihub>

26. *Encuesta de sacrificio de ganado (ESAG)*. (s. f.). Recuperado 20 de julio de 2022, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-sacrificio-de-ganado>
27. F. tavernari, S Salguero, L.F.T. Albino, H. Rostamo (2008). *Nutrición, patología y fisiología digestiva en pollos: aspectos técnicos*. Universidad federal de Viosa-Brasil. 36570-000.
28. Fenech, M., El-Sohemy, A., Cahill, L., Ferguson, L. R., French, T.-A. C., Tai, E. S., Milner, J., Koh, W.-P., Xie, L., Zucker, M., Buckley, M., Cosgrove, L., Lockett, T., Fung, K. Y. C., & Head, R. (2011). Nutrigenetics and Nutrigenomics: Viewpoints on the Current Status and Applications in Nutrition Research and Practice. *Lifestyle Genomics*, 4(2), 69-89. <https://doi.org/10.1159/000327772>
29. *Fibra dietaria: Nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión*. (s. f.). Recuperado 18 de julio de 2022, de <http://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-10/>
30. Foutz, J. C., Milfort, M. C., Fuller, A. L., Kim, W. K., Rekaya, R., & Aggrey, S. E. (2020). Supplementation of diets with Brazil nut powder can meet dietary methionine requirement of organic broiler chickens. *Organic Agriculture*, 10(3), 359-367. <https://doi.org/10.1007/s13165-019-00276-0>
31. Franco Sánchez, I, & Jurado Galindo, J. E. (2011). Evaluación de la digestibilidad de la harina de forraje de Caupí (*Vigna unguiculata*) en la

etapa de finalización de pollos de engorde.

http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/765/EVALUACION%20DE%20LA%20DIGESTIBILIDAD%20DE%20LA%20HARINA%20DE%20FORRAJE%20DE%20CAUPI%20%28Vigna%20unquiculata%20%29%20EN%20LA%20ETAPA%20DE%20FINALIZACION%20DE%20LOS%20DE%20ENGORDE_unlocked.pdf?sequence=1&isAllowed=y

32. García Ochoa, O. E., Infante, R. B., & Rivera, C. J. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21(1), 25-30.
33. Guzmán-Carrillo, L. E., Espitia-Yanez, C., & Berthel, L. L. (2012). *PRESENCIA DE LINCOMICINA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN CARNE DE POLLO COMERCIALIZADO EN SUPERMERCADOS DE CARTAGENA, COLOMBIA*. 4.
34. Hafez, H. M. (2011). Enteric Diseases of Poultry with Special Attention to *Clostridium perfringens*. *Pak Vet J*, 10.
35. Halas, V., & Babinszky, L. (2014). *Role of Dietary Polysaccharides in Monogastric Farm Animal Nutrition* (pp. 429-476). <https://doi.org/10.1201/b17121-19>
36. Hallo, M. F. V. (s. f.). *INGENIERO ZOOTECNISTA*. 155.
37. Hernández, S. R. B. D. C., & Ramos, P. A. D. C. (2015). Sustitución de fármacos por nutracéuticos en la alimentación de pollos de carne. *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*, 4(2), 70-80.
38. Hidalgo, L. A. S. (s. f.). *Uso de vitaminas en pollos de engorde*. 3.

39. Infante-Rodríguez, F., Salinas-Chavira, J., Montaña-Gómez, M. F., Manríquez-Nuñez, O. M., González-Vizcarra, V. M., Guevara-Florentino, O. F., & Ramírez De León, J. A. (2016). Effect of diets with different energy concentrations on growth performance, carcass characteristics and meat chemical composition of broiler chickens in dry tropics. *SpringerPlus*, 5(1), 1937. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3608-0>
40. Kidd, M. T., Corzo, A., Hoehler, D., Miller, E., & Dozier, W. (2005). Broiler responsiveness (Ross x 708) to diets varying in amino acid density. *Poultry Science*, 84(9), 1389-1396. <https://doi.org/10.1093/ps/84.9.1389>
41. Konjufca, V. K., Bottje, W. G., Bersi, T. K., & Erf, G. F. (2004). Influence of dietary vitamin E on phagocytic functions of macrophages in broilers. *Poultry Science*, 83(9), 1530-1534. <https://doi.org/10.1093/ps/83.9.1530>
42. Liu, S. Y., Chrystal, P. V., Cowieson, A. J., Truong, H. H., Moss, A. F., & Selle, P. H. (2017). The influence of the selection of macronutrients coupled with dietary energy density on the performance of broiler chickens. *PLOS ONE*, 12(10), e0185480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185480>
43. Marín, A., Carías, D., Cioccia, A. M., & Hevia, P. (2003). Valor nutricional de los follajes de musa paradisiaca y clitoria ternatea como diluyentes de raciones para pollos de engorde. *Interciencia*, 28(1), 50-56.
44. Maynard, C. W., Liu, S. Y., Lee, J. T., Caldas, J. V., Diehl, J. J. E., Rochell, S. J., Dridi, S., & Kidd, M. T. (2021). Determination of digestible valine requirements in male and female Cobb 500 broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 275, 114847. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114847>

45. McDowell, L. R., & Ward, N. E. (s. f.). *Optimum vitamin nutrition for poultry*. 16(4), 6.
46. Molero-Saras, G. L., Pérez-Arévalo, M. L., Sánchez-Villalobos, A. J., Mavárez de Serrano, M. C., Ascanio-Evanoff, E., & Oviedo de Vale, M. G. (2006). Residuos de enrofloxacin en tejido hepático y muscular de pollos beneficiados en el municipio san francisco del estado zulia, venezuela. *Revista Científica*, 16(6), 629-633.
47. Novak, C., Yakout, H., & Scheideler, S. (2004). The Combined Effects of Dietary Lysine and Total Sulfur Amino Acid Level on Egg Production Parameters and Egg Components in Dekalb Delta Laying Hens¹. *Poultry Science*, 83(6), 977-984. <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.977>
48. Palomino T., V., Icochea D., E., Guzmán G., J., Sam T., R., & Manchego S., A. (2011). Interferencia de la vacunación simultánea contra Metapneumovirus aviar, bronquitis infecciosa y enfermedad de Newcastle en pollos de carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(1), 45-52.
49. *Posibles efectos de los polifenoles en la dieta sobre la absorción y la digestión del azúcar—Williamson—2013—Molecular Nutrition & Food Research—Wiley Online Library*. (s. f.). Recuperado 20 de julio de 2022, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mnfr.201200511>
50. *Progress towards reduced-crude protein diets for broiler chickens and sustainable chicken-meat production | Journal of Animal Science and Biotechnology | Full Text*. (s. f.). Recuperado 10 de julio de 2022, de <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-021-00550-w>

51. Quishpe S.G, (2006). Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Noviembre. Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content>
52. Roman Alvarez, J. A., & Martillo Chiriguaya, A. A. (2018). *Rendimiento a la canal de broilers inoculados con e. Coli sometido a tratamientos con antibioticos y vitaminas*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32917>
53. Salcedo, I. J. M. (s. f.). *Ing. Giuliana Rondón Saravia*. 165.
54. Sgorlon, S., Stradaoli, G., Zanin, D., & Stefanon, B. (2006). Biochemical and molecular responses to antioxidant supplementation in sheep. *Small Ruminant Research*, 64(1), 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.009>
55. Sotelo Cabrera, M. E & Vivas Orozco, E. A (2011) Evaluación de la digestibilidad *in-vivo* de la harina de forraje de Canavalia (*Canavalia brasiliensis*) crudo en la etapa de finalización de pollos de engorde. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/777/EVALUACION%20DE%20LA%20DIGESTIBILIDAD%20in%20vivo%20DE%20LA%20HARINA%20DE%20FORRAJE%20DE%20CANAVALIA%20EN%20LA%20ETAPA%20DE%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
56. Torres, D. M. (2018). Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 106-113. <https://doi.org/10.22490/21456453.2052>
57. Uzcátegui-Varela, J. P., Collazo-Contreras, K. D., & Guillén-Molina, E. A. (s. f.). *Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500*

sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional. 13.

58. Wijtten, P. J. A., Hangoor, E., Sparla, J. K. W. M., & Verstegen, M. W. A. (2010). Dietary amino acid levels and feed restriction affect small intestinal development, mortality, and weight gain of male broilers. *Poultry Science*, 89(7), 1424-1439. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00626>
59. Williamson, G. (2013). Effects of dietary polyphenols on sugar absorption and digestion. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(1), 48-57. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200511>
60. Zambrano Córdova, E. S. (2016). *Ácido acetilsalicílico y vitamina C en el comportamiento productivo en pollos de engorde COBB 500 en la ESPAM MFL.* <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/590>

15. ANEXOS

15.2. Anova

CONSALIM5	Inter-grupos	3725,000	3	1241,667	4,885	,019
	Intra-grupos	3050,000	12	254,167		
	Total	6775,000	15			
CONSALIM10	Inter-grupos	1968,750	3	656,250	3,182	,063
	Intra-grupos	2475,000	12	206,250		
	Total	4443,750	15			
CONSALIM15	Inter-grupos	110425,000	3	36808,333	1,070	,398
	Intra-grupos	412950,000	12	34412,500		
	Total	523375,000	15			
CONSALI20	Inter-grupos	5118,750	3	1706,250	12,600	,001
	Intra-grupos	1625,000	12	135,417		
	Total	6743,750	15			
CONSALI25	Inter-grupos	6600,000	3	2200,000	3,259	,060
	Intra-grupos	8100,000	12	675,000		
	Total	14700,000	15			
CONSALIPROM	Inter-grupos	6434,000	3	2144,667	1,381	,296
	Intra-grupos	18638,000	12	1553,167		
	Total	25072,000	15			
GANANCIA5	Inter-grupos	141354,068	3	47118,023	165,964	,000
	Intra-grupos	3406,870	12	283,906		
	Total	144760,938	15			
PESOTOTAL5	Inter-grupos	3600527,2	3	1200175,7	160,136	,000
	Intra-grupos	89936,750	12	7494,729		
	Total	3690463,9	15			
CONV5	Inter-grupos	16,048	3	5,349	20,268	,000
	Intra-grupos	3,167	12	,264		
	Total	19,215	15			
GANANCIA10	Inter-grupos	4921,919	3	1640,640	241,879	,000
	Intra-grupos	81,395	12	6,783		
	Total	5003,314	15			
PESOTOTAL10	Inter-grupos	2407308,4	3	802436,143	100,870	,000
	Intra-grupos	95462,120	12	7955,177		
	Total	2502770,6	15			
CONV10	Inter-grupos	134,788	3	44,929	67,026	,000
	Intra-grupos	8,044	12	,670		
	Total	142,832	15			
GANANCIA15	Inter-grupos	799,290	3	266,430	4,381	,027
	Intra-grupos	729,736	12	60,811		
	Total	1529,025	15			
PESOTOT15	Inter-grupos	1469278,1	3	489759,369	56,466	,000
	Intra-grupos	104082,230	12	8673,519		
	Total	1573360,3	15			
CONV15	Inter-grupos	17,488	3	5,829	1,023	,417
	Intra-grupos	68,360	12	5,697		
	Total	85,848	15			
GANANCIA20	Inter-grupos	65,432	3	21,811	,482	,701
	Intra-grupos	542,819	12	45,235		
	Total	608,251	15			
PESOTOT20	Inter-grupos	1554777,0	3	518258,995	37,690	,000
	Intra-grupos	165005,400	12	13750,450		
	Total	1719782,4	15			
CONV20	Inter-grupos	,697	3	,232	15,039	,000
	Intra-grupos	,185	12	,015		
	Total	,882	15			
GANANCIA25	Inter-grupos	624,165	3	208,055	2,654	,096
	Intra-grupos	940,556	12	78,380		
	Total	1564,721	15			

PESOTOT25	Inter-grupos	1759391,3	3	586463,753	45,311	,000
	Intra-grupos	155317,066	12	12943,089		
	Total	1914708,3	15			
CONV25	Inter-grupos	,226	3	,075	1,607	,239
	Intra-grupos	,562	12	,047		
	Total	,787	15			
ATPROM	Inter-grupos	96,533	3	32,178	2E+031	,000
	Intra-grupos	,000	12	,000		
	Total	96,533	15			
CONVPROM	Inter-grupos	5,090	3	1,697	8,241	,003
	Intra-grupos	2,470	12	,206		
	Total	7,560	15			
EFIPROM	Inter-grupos	1586,163	3	528,721	31,071	,000
	Intra-grupos	204,198	12	17,016		
	Total	1790,360	15			
CEP	Inter-grupos	1,295	3	,432	14,844	,000
	Intra-grupos	,349	12	,029		
	Total	1,644	15			
PE SOCANAL	Inter-grupos	1126928,0	3	375642,681	19,172	,000
	Intra-grupos	235116,368	12	19593,031		
	Total	1362044,4	15			
RENDCANAL	Inter-grupos	8,66E+009	3	2,9E+009	12,811	,000
	Intra-grupos	2,70E+009	12	2,3E+008		
	Total	1,14E+010	15			