



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

EPG
ESCUELA DE POSGRADO

ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**EFFECTO DE GRANOS DE DESTILERÍA
DESHIDRATADOS CON SOLUBLES (DDGS) O
HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus acutifolius*) EN LA
PRODUCTIVIDAD DE POLLOS DE
CARNE LÍNEA COBB - 500**

Autor : Bach. Wilmer Bernal Mejía

Asesor : Dr. Ever Salomé Lázaro Bazán

CHACHAPOYAS - PERÚ

2016

DEDICATORIA

A mis padres, especialmente mi madre quién estoy seguro que desde el cielo está irradiándome con su bendición para seguir adelante con mi formación académica y profesional. A mis familiares, amigos y mi hijo quién es mi inspiración para luchar por mis sueños. A los jóvenes estudiantes, en quienes no pierdo las esperanzas de su formación integral para generar el verdadero desarrollo que tanto necesita el campo agropecuario del país.

Finalmente, a mis maestros en la Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Nacional Agraria la Molina, Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, quienes marcaron mi camino.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

“La Educación es el pasaporte hacia el futuro, el mañana pertenece a aquellos que se preparan ahora” (Malcolm X, 1965).

“A las plantas las endereza el cultivo; a los hombres, la educación” (Jean Barthélemy, 1795).

“Educar a un joven no es hacerle aprender algo que no sabía, sino hacer de él alguien que no existía” (John Ruskin, 1900).

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), acertadamente dirigidos por el Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana, por la oportunidad y confianza brindadas para la realización de la presente investigación.

Al Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI), la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología (FIZAB) y la Escuela de Posgrado (EPG) de la UNTRM, con quienes es grato compartir el trabajo y donde se evidencia la sensibilidad y el compromiso por la búsqueda permanente de la verdad generando alternativas tecnológicas, a través de la investigación y formación de jóvenes estudiantes en pre y posgrado.

Al Ing. Wigoberto Alvarado Chuqui y al equipo del proyecto SNIP - 209425 “Creación del servicio de laboratorio de nutrición animal, bromatología y alimentos balanceados de la UNTRM” - PRONUT, por su apoyo y colaboración en la ejecución de la presente investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. ÓSCAR ANDRÉS GAMARRA TORREZ

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

Ph.D. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHAVEZ

Director de la Escuela de Posgrado

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, **Ever Salomé Lázaro Bazán**, identificado con DNI N° 17827027, Doctor en Ciencias Ambientales, docente de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Doy VISTO BUENO, al informe de tesis titulado: “**EFECTO DE GRANOS DE DESTILERÍA DESHIDRATADOS CON SOLUBLES (DDGS) O HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus acutifolius*) EN LA PRODUCTIVIDAD DE POLLOS DE CARNE LÍNEA COBB - 500**” elaborado por el Ing. Wilmer Bernal Mejía, para optar el Grado de Maestro en Producción Animal.

Por lo tanto:

Para mayor constancia y validez firmo el presente.

Chachapoyas, 16 de diciembre del 2016

Dr. Ever Salomé Lázaro Bazán
(Asesor)

JURADO EVALUADOR

Ph.D. Ilse Silvia Cayo Colca
PRESIDENTE

M.Sc. Wilson Manuel Castro Silupú
SECRETARIO

M.Sc. Ives Julián Yoplac Tafur
VOCAL

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
JURADO EVALUADOR	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema	22
1.3. Justificación del problema	22
1.4. Objetivos	24
1.4.1. Objetivo general.....	24
1.4.2. Objetivos específicos	24
II. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. Antecedentes	25
2.2. Base teórica	27
2.3. Definición de términos	46
2.4. Hipótesis	56
2.4.1. Hipótesis general o de investigación	56
2.5. Determinación de variables.....	56
III. MARCO METODOLÓGICO	58
3.1. Localización	58
Mapa de localización	58
3.2. Duración de la investigación.....	60
3.3. Materiales y equipos.....	60
3.4. Población y muestra.....	61

3.5. Metodología de Investigación	61
3.5.1. Etapas de Investigación	61
3.5.2. Análisis estadístico	69
IV. RESULTADOS	70
4.1. Pesos iniciales de los pollos en la etapa experimental.....	70
4.2. Análisis del valor nutricional del DDGS y HF	70
4.3. Raciones balanceadas en la alimentación de pollos Cobb - 500.....	71
4.3.1. Ración balanceada en la fase de crecimiento (15 - 28 días de edad).....	71
4.3.2. Ración balanceada en la fase de engorde (28 - 38 días de edad).....	75
4.4. Índices técnicos productivos logrados en pollos Cobb - 500.....	78
4.4.1. Control pesos semanales durante la etapa de crecimiento y engorde	78
4.4.2. Incremento de peso vivo por semana: crecimiento y engorde	80
4.4.3. Conversión alimenticia en el crecimiento y engorde de pollos Cobb - 500.....	88
4.4.4. Rendimiento de carcasa.....	90
4.4.5. Mérito económico (índice relativo económico sobre costos de alimentación) ...	91
V. DISCUSIÓN	97
5.1. Valor nutricional de granos secos deshidratados con solubles (DDGS) y harina de frijol (<i>Phaseolus acutifolius</i>).....	97
5.2. Ganancia de peso en pollos Cobb - 500 en las fases de crecimiento y engorde	98
5.3. Consumo de alimento en la fase de crecimiento y engorde.....	100
5.4. Índice de conversión alimenticia fase de crecimiento y engorde (ICA).....	101
5.5. Rendimiento de carcasa	101
5.6. Mérito económico.....	102
VI. CONCLUSIONES	103
VII. RECOMENDACIONES	104
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
IX. ANEXOS	113

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Producción nacional de pollo, año 2014	17
Tabla 2.	Producción nacional de frijol en todas sus variedades	21
Tabla 3.	Peso vivo y precio de venta de pollo en Lima Metropolitana	28
Tabla 4.	Temperatura requerida ante diversos niveles de humedad relativa	30
Tabla 5.	Consumo de alimentos y pesos en pollos de engorde	32
Tabla 6.	Comparación nutricional de ingredientes para aves	34
Tabla 7.	Requerimientos nutritivos de pollos de carne	35
Tabla 8.	Composición nutricional del grano de soya en estado crudo, procesado y de torta de soya	36
Tabla 9.	Composición nutricional del DDGS	38
Tabla 10.	Composición nutricional del frijol por 100 g de porción comestible	43
Tabla 11.	Valores nutricionales de harina de frijol	44
Tabla 12.	Niveles de inclusión de DDGS y HF	57
Tabla 13.	Asignación de tratamientos	63
Tabla 14.	Tratamientos y unidades experimentales	64
Tabla 15.	Pasos para obtener la harina de frijol	65
Tabla 16.	Composición nutricional de las dietas con DDGS y HF en la fase de crecimiento en pollos Cobb - 500	66
Tabla 17.	Composición nutricional de las dietas con DDGS y HF en la fase de engorde en pollos Cobb - 500	67
Tabla 18.	Pesos iniciales en de pollos Cobb - 500 en la etapa experimental	70
Tabla 19.	Composición bromatológica de DDGS y HF con NIRS	70
Tabla 20.	Promedio de ganancia de peso en crecimiento y engorde	78
Tabla 21.	Promedio del incremento de peso vivo por semana	81
Tabla 22.	Porcentaje de ganancia de peso durante el crecimiento y engorde	84
Tabla 23.	Promedio de ganancia de peso diario en pollos Cobb - 500	86
Tabla 24.	Consumo de alimento en pollos Cobb - 500	88
Tabla 25.	Índice de conversión alimenticia en la etapa experimental en Cobb - 500	89
Tabla 26.	Peso vivo y rendimiento de carcasa en pollos Cobb - 500	90

Tabla 27.	Mérito económico (índice relativo económico)	94
Tabla 28.	Utilidad en la producción de pollos Cobb - 500	95
Tabla 29.	Prueba de promedios de Tukey ($\alpha = 0.05$)	96
Tabla 30.	Análisis de varianza (ANVA) para índices productivos de pollos Cobb - 500	113
Tabla 31.	Operacionalización de variables	114
Tabla 32.	Mezcla de insumos en las raciones y costos de la ración en la fase de crecimiento con niveles de inclusión de DDGS	115
Tabla 33.	Mezcla de insumos en las raciones y costos de la ración en la fase de crecimiento con niveles de inclusión de HF	116
Tabla 34.	Mezcla de insumos y costos de la ración en la fase de engorde con niveles de inclusión de DDGS	117
Tabla 35.	Mezcla de insumos y costos de la ración en la fase de engorde con niveles de inclusión de HF	118
Tabla 36.	Pesos iniciales promedio por tratamiento	119
Tabla 37.	Peso vivo promedio durante la primera semana en la fase de crecimiento (14 - 21 días)	119
Tabla 38.	Peso vivo promedio durante la segunda semana en la fase de crecimiento (21 - 28 días)	119
Tabla 39.	Peso vivo promedio durante la primera semana en la fase de engorde (29 - 35 días)	120
Tabla 40.	Peso vivo promedio durante la segunda semana en la fase de engorde (36 - 38 días)	120
Tabla 41.	Ganancia de peso vivo durante la primera semana de crecimiento	120
Tabla 42.	Ganancia de peso vivo durante la segunda semana de crecimiento	121
Tabla 43.	Ganancia de peso vivo durante la primera semana de engorde	121
Tabla 44.	Ganancia de peso vivo durante la segunda semana de engorde	121
Tabla 45.	Consumo de alimento durante el crecimiento	122
Tabla 46.	Consumo de alimento durante el engorde	122
Tabla 47.	Conversión alimenticia durante la fase de crecimiento	122
Tabla 48.	Conversión alimenticia durante la fase de engorde	123
Tabla 49.	Peso vivo de aves antes del sacrificio	123
Tabla 50.	Peso de carcasa de aves después del sacrificio	123

Tabla 51. Rendimiento de carcasa (%)	124
Tabla 52. Costo por alimentación en la fase de crecimiento	124
Tabla 53. Costo por alimentación en la fase de crecimiento y engorde	125
Tabla 54. Pesos iniciales: 15 días de edad (fase de crecimiento)	126
Tabla 55. Pesos semanales: 22 días de edad (fase de crecimiento)	127
Tabla 56. Pesos semanales: 29 días de edad (fase de crecimiento - engorde)	128
Tabla 57. Pesos semanales: 35 días de edad (fase de engorde)	129
Tabla 58. Pesos finales: 38 días de edad (fase de engorde)	130

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 1.	Producción de pollo vivo por región a nivel nacional en el año 2014	18
Figura 2.	Producción de frijol a nivel nacional para todas las variedades	22
Figura 3.	Participación de las ventas de pollo, según empresas en Lima Metropolitana, 2016	28
Figura 4.	Mapa de localización de Chachapoyas en la Región Amazonas	58
Figura 5.	Mapa de ubicación del Módulo de Aves en la UNTRM en Chachapoyas	59
Figura 6.	Valor nutritivo de DDGS de maíz y HF	71
Figura 7.	Insumos en ración de crecimiento con niveles de DDGS de maíz	73
Figura 8.	Insumos en la ración de crecimiento con HF	74
Figura 9.	Insumos en ración de engorde con DDGS de maíz	76
Figura 10.	Insumos en la ración de engorde con HF	77
Figura 11.	Evolución de la ganancia de peso semanal de pollos de carne según la fase de producción	79
Figura 12.	Peso final de pollos por tratamiento y su relación porcentual en relación al testigo	80
Figura 13.	Incremento de pesos semanales en las fases de crecimiento y engorde de pollos Cobb - 500	82
Figura 14.	Ganancia de peso semanal según la fase de crecimiento y engorde de pollos Cobb - 500	83
Figura 15.	Comparativo de ganancia de peso en crecimiento, engorde y peso final de pollos Cobb - 500	85
Figura 16.	Ganancia de peso (%) durante el crecimiento y engorde en pollos Cobb - 500	85
Figura 17.	Pesos iniciales en las fases de crecimiento, engorde y final por tratamiento en pollos Cobb - 500	86
Figura 18.	Ganancia diaria de peso en pollos Cobb - 500	87
Figura 19.	Índice de conversión alimenticia durante las fases de crecimiento, engorde y total en pollos Cobb - 500	89
Figura 20.	Peso vivo y carcasa en pollos Cobb - 500	90

Figura 21.	Rendimiento de carcasa en pollos Cobb - 500 con diferentes niveles de DDGS y HF en (%)	91
Figura 22.	Margen de utilidad en la producción de pollos Cobb - 500	92
Figura 23.	Índice relativo económico sobre el costo de alimentación por cada tratamiento en pollos Cobb - 500	93

RESUMEN

El objetivo del estudio, fue evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) o harina de frijol (*Phaseolus acutifolius*) en los índices productivos de pollos de carne línea Cobb - 500. Los tratamientos alimenticios fueron: un testigo (T0), T1, T2, T3 y T4, con diferentes niveles de DDGS al 10, 15, 20 y 25% y el T5, T6, T7 y T8 con diferentes niveles de harina de frijol (HF) al 5, 10, 15 y 20%. Se emplearon 468 pollos de 15 días de edad con un peso inicial de 329 g, (13 pollos por unidad experimental) asignándose al azar a cada tratamiento, con cuatro repeticiones cada uno. La etapa experimental tuvo dos fases: crecimiento (14 - 29 días) y engorde (29 - 38 días). Se empleó el Diseño Completamente al Azar DCA, y la prueba de promedios de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los resultados indican que hubo diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos para los índices productivos: Consumo de Alimento (CA), Ganancia de Peso Semanal (GPS), Peso Final (PF), Índice de Conversión Alimenticia (ICA), Rendimiento de Carcasa (RC) y Mérito Económico (ME) (calculado sobre la base del índice económico relativo sobre los costos de alimentación). Los Pesos Finales (PF) fueron estadísticamente similares entre el T0 y T1: en la fase de crecimiento de 1132.70 y 1137.02 g; mientras que en la fase de engorde fue de 1928.16 y 1919.06 g respectivamente. El CA, se fue incrementando a medida que se incluyeron niveles de DDGS hasta el 20%. Cuando se incluyó HF, el consumo se vio afectado, sobre todo durante la etapa de crecimiento. El ICA fue similar al testigo T0 (1.87) cuando se incluyó niveles de DDGS de 10 y 15% (1.90 y 1.98), y niveles de HF de 5 y 10% (1.94 y 1.99). El RC fue diferente entre tratamientos, sobresaliendo los niveles de DDGS al 10 y 15%, con 71.37 y 71.00%, similar al T0 (71.33%). El Índice Relativo Económico (IRE) del tratamiento T1 fue de S/.126, cercano al T0 (S/.137), donde el margen de utilidad fue S/.1.82 y S/.1.97 respectivamente. Ante lo cual, se pudo concluir que niveles de inclusión de hasta el 10% de DDGS no afectarían los índices productivos, ocurriendo lo contrario con los demás niveles de DDGS y todos los niveles de HF, posiblemente por la baja disponibilidad de aminoácidos esenciales debido al tratamiento térmico en el caso de los DDGS y en la HF, estarían presentes ciertos factores anti nutricionales.

Palabras claves: *aminoácidos, anti nutricional, crecimiento, engorde, ración balanceada y variedad.*

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the effect of inclusion of different levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) or bean flour (*Phaseolus acutifolius*) in production rates of broilers Cobb - 500 line. Dietary treatments were: A token (T0), T1, T2, T3 and T4, DDGS include different levels 10, 15, 20 and 25%; and T5, T6, T7 and T8 which included levels bean flour (BF) of 5, 10, 15 and 20%. 468 chickens of 15 days old were used with an initial weight of 329 g, (13 chicks per experimental unit) randomly allocated to each treatment each had four replicates. The pilot phase had two phases: Growth (14 - 28 days) and fattening (29 - 38 days). Completely randomized design and mean Tukey test ($\alpha = 0.05$) was used. The results indicate that there were highly significant statistical difference ($p < 0.01$) between treatments for productive indices: Consumption of food (CF), Weekly Weight Gain (WWG), Final Weight (FW), Feed Conversion Index (FCI), Performance Case (PC), Economic Merit (EM) (calculated on the basis of relative economic index on feed costs). Final Weights (FW) were statistically similar between T0 and T1: in the growth phase of 1132.70 g, 1137.02 g; while in the fattening phase it was 1928.16 and 1919.06 g respectively. The (CF) was increased, as levels of DDGS were included to the level of 20%. When BF levels ranged from 5%, consumption was affected, especially during the growing season. The (FCI) was similar to the control T0 (1.87) when DDGS levels of 10 and 15% (1.90 and 1.98), and levels of BF 5 and 10% (1.94 and 1.99) was included. The (PC) differed between treatments, treatments protruding DDGS levels (10 and 15%) with 71.37 and 71.00%, similar to T0 (71.33%). (RIE) relative index economic T1 treatment was (S/.125.79), similar to T0 (S/.136.92); where the margin of profit was S/.1.82 and S/.1.97 respectively. Whereupon, it was concluded that inclusion levels of up to 10% DDGS would not affect production rates opposite occurred with higher levels of this input and with all levels of (BF), possibly due to low availability of essential amino acids due to heat treatment in the case of DDGS, while the (BF) would be present even anti nutritional factors.

Keywords: *amino acids, anti-nutritional, growth, fattening, balanced ration and variety.*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El mercado de carnes ha experimentado importantes cambios en las últimas décadas, actualmente el consumo de las tres principales carnes a nivel mundial son el cerdo, ave y vacuno. La carne de vacuno fue hasta 1978 la más consumida en el mundo, y fue reemplazada por la carne de cerdo, pero a partir del año 2001; si bien el consumo de cerdo mantuvo su liderazgo, la carne de ave superó el consumo de carne bovina, con una proyección de incremento acelerado para el futuro (Puricelli, 2011).

La producción mundial de huevos y carne de ave ha experimentado un constante aumento en los últimos años. Se prevee que, durante las dos próximas décadas, el mayor incremento de la producción de aves tenga lugar en los países en vías de desarrollo. Para el año 2032, la carne de pollo será la más consumida en el mundo (Ravindran, 2010; Puricelli, 2011).

La asociación peruana de avicultura (APA), señala que el sector avícola produce hoy más de 48 millones de pollos al mes, un 90% más que hace diez años. Actualmente, el consumo promedio per cápita de carne de pollo en el Perú es de 39 kg/año, siendo Lima la ciudad con más alto consumo con 60 kg/año, ubicando al Perú en el tercer lugar en consumo de carne de pollo en América Latina después de Brasil (58 kg/año) y Argentina (40 kg/año) (MINAGRI, 2015a).

Este crecimiento de la industria avícola está ejerciendo un profundo efecto en la demanda de alimentos animales y materias primas. Resulta evidente que las necesidades relativas a los cuatro ingredientes tradicionales maíz, harina de soja, harina de pescado y harina de carne no se pueden satisfacer, ni siquiera haciendo una previsión optimista. Se prevee que la brecha existente entre la oferta y la demanda local de estos ingredientes tradicionales aumente en las próximas décadas, lo cual es una razón para investigar la posible utilidad de los insumos no tradicionales o alternativos localmente disponibles (FAO, 2014).

El pollo representa el 90% del total de la producción de carne de ave, las otras son carne de gallina, pavo y pato. La carne de pollo representa el 53% del consumo total de carnes, seguida por la de pescado (31%), vacuno (8%), porcino (6%) y ovino (2%), calculado por

Scotiabank en base a cifras del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y de la Producción (PRODUCE) (Asmat, 2013). La producción nacional de pollo vivo para el año 2014 estuvo encabezado por Lima (43.42%), La Libertad (18.71%), Arequipa (9.81%), Lima Metropolitana (8.94%). La costa concentra el 89.19% de la producción nacional (MINAGRI, 2014a).

La industria avícola está conformada por cerca de 50 empresas, de las cuales 14 son grandes que pertenecen a la APA. En la Tabla 1, se muestra la producción de pollo vivo para el año 2014, por cada región a nivel nacional según el (MINAGRI, 2014a).

Tabla 1. Producción Nacional de pollo de carne - 2014 (miles de ton)

REGIÓN	Miles (ton)	%	REGIÓN	Miles (ton)	%
Amazonas	1.13	0.04	Lima	1 395.09	43.42
Ancash	70.87	2.21	Lima Metropolitana	287.40	8.94
Apurímac	1.38	0.04	Callao	1.55	0.05
Arequipa	315.23	9.81	Loreto	52.62	1.64
Ayacucho	1.60	0.05	Madre de Dios	13.78	0.43
Cajamarca	5.58	0.17	Moquegua	0.50	0.02
Cusco	7.75	0.24	Pasco	1.95	0.06
Huancavelica	1.50	0.05	Piura	57.06	1.78
Huánuco	2.94	0.09	Puno	4.47	0.14
Ica	166.62	5.19	San Martín	80.61	2.51
Junín	21.33	0.66	Tacna	39.12	1.22
La Libertad	601.27	18.71	Tumbes	0.34	0.01
Lambayeque	40.96	1.27	Ucayali	40.58	1.26
Sub Total	1 238.17	38.53		1 975.07	61.47
TOTAL	3 213.23	100.00			

Fuente: MINAGRI - 2014a

Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (OEEE).

En la Figura 1, se aprecia las regiones con mayor producción de pollo, como es el caso de Arequipa, La Libertad, Lambayeque y Lima.

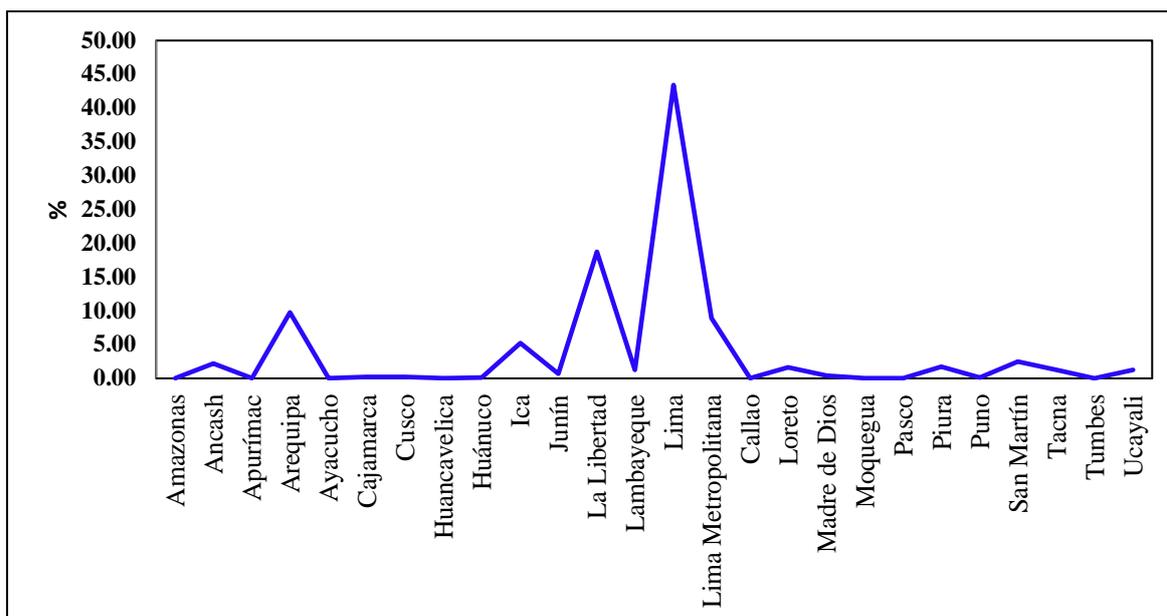


Figura 1. Producción de pollo vivo por región en porcentaje, a nivel nacional año 2014.

En el departamento de Amazonas la producción de pollo no se ha desarrollado de una manera eficiente, observándose que alcanza una producción del 0.04%, debido al escaso conocimiento sobre las técnicas de crianza y el poco interés en desarrollar esta actividad. A pesar de que en la región existen condiciones climáticas favorables que permiten su desarrollo, en la ciudad de Chachapoyas, la producción de carne de pollo es la de mayor importancia para el consumidor, debido a que existe una gran demanda en la población por las carnes blancas, siendo el pollo un producto sano, fresco y bastante accesible a la economía de la población. En Chachapoyas las empresas avícolas Danitza y Emaviza, presentan deficiencias en los procesos de producción, obligando la compra de pollo de la costa debido al nivel de tecnología existente para esta actividad (Arrestegui, 2014).

En todas las especies domésticas, el mayor porcentaje de los costos de producción corresponde a la alimentación, que va entre el 70 a 75% (MINAGRI, 2012), entonces para rentabilizar la producción avícola se tienen que buscar fuentes alimenticias de bajo costo y con buenas características nutricionales. Por esta razón es importante buscar fuentes más económicas en la alimentación (no tradicionales) para sustituir las fuentes convencionales de las dietas (Ferreira, 2000). Hasta hace poco, la investigación sobre nutrición de aves se ha centrado, en la identificación de componentes anti nutricionales para la digestión y el uso eficaz de los nutrientes, así como en los métodos para mejorar la utilización de los alimentos (Ravindran, 2010).

El sistema tradicional de alimentar al pollo de carne, consiste en administrar diferentes fórmulas y aportes nutricionales de concentrados en sus diferentes fases de crecimiento y producción, de forma que cada uno de ellos satisfaga las necesidades de los diversos nutrientes en el punto medio del periodo en que se administra este alimento. Una posible estrategia a seguir para evitar esta disminución en los resultados, es formular con un margen de seguridad, es decir aumentar de un 5 a 10%, o lo que se estime oportuno, los niveles de aminoácidos, y en general de los nutrientes en las raciones alimenticias (Ojeda, 2012).

El Perú por su diversidad de clima y suelos, cuenta con áreas potenciales para el cultivo de soya encontrándose ambientes favorables, ubicados en la costa Norte, también a nivel de la sierra, en los valles interandinos, caso del valle del Mantaro, en la selva central; a nivel nacional en el año 2003 se registró una superficie de 1069 ha de cultivo de soya con un volumen de 2683 ton de producción; alcanzando en el año 2013 una extensión de 1514 ha y 2709 ton de producción lo que representaría una tasa de crecimiento promedio anual de 7.99% de superficie instalada con cultivo de soya, y con 2.52% de crecimiento anual para el volumen de producción (MINAGRI, 2014).

Debido a que la producción es irregular y poco competitiva, se tiene que seguir importando para satisfacer la demanda de las fábricas productoras de concentrados o granjas, lo que encarece notablemente el valor final del alimento y los productos animales. En la práctica, según el IV Censo Nacional Agropecuario 2012, Perú- INEI (IV CENAGRO) para la región Amazonas no se registran datos de producción de soya, pero encontramos otras leguminosas como el frijol común (*P. vulgaris*) y frijol de toda la vida o tepari (*P. acutifolius*).

Últimamente la empresa acopiadora de leche Gloria SA, está distribuyendo a sus proveedores, los granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) para alimentación de vacas en producción como una fuente proteica y energética. Según Cortez *et al.* (2012) el DDGS, es un subproducto de las plantas de etanol, que se produce a partir de la fermentación de almidones de granos de cereales, el maíz es la principal fuente de almidones para la producción de etanol en los Estados Unidos. Los DDGS se constituyen en potenciales fuentes proteicas y energéticas para alimentación animal.

La producción de fríjol en el país pertenece a la denominada economía campesina, de tipo minifundio, con un área promedio de siembra por productor de 0.6 ha, en un 70% son tierras propias y la otra parte corresponde a lotes en arriendo o comunidades campesinas. Por las

características topográficas de los suelos de ladera en la que se desarrolla el cultivo mayormente transitorio asociado con maíz y al secano, no se utilizan prácticas modernas de mecanización, ni altos niveles de tecnificación, lo cual se traduce en baja productividad, pero convierte al fríjol en una actividad altamente generadora de empleo. Las familias de los pequeños productores cosechan esta leguminosa, como alimento para autoconsumo por su calidad nutricional y sus excedentes son comercializados, lo cual constituye un soporte económico del sistema productivo de sus predios. El cultivo del fríjol incentiva la permanencia de la población en el campo, estimula la generación de empleo y mejora la sostenibilidad de otros cultivos al utilizarse como cultivo de rotación (Ñañez, 2012).

La Asociación de Exportadores de Lambayeque (AREX), mencionan que de acuerdo con información de la Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a nivel global se destinan alrededor de 27.40 millones de ha al cultivo de frijol en sus diferentes variedades. En el 2010, la producción mundial de esta leguminosa reportó un nivel récord de más de 23.20 millones de ton, y los rendimientos alcanzaron un promedio de 0.78 ton/ha. En el 2012, el país con la mayor producción de frijol a nivel mundial fue Myanmar que llegó a superar una producción de 3.72 millones de ton de frijol, en segundo lugar, se ubicó la India y posteriormente Brasil y China. Perú alcanzó el puesto 37 en la producción de frijol a nivel mundial, con una producción de 83.58 mil ton (MINAGRI, 2012a).

La producción de frijol en todas las variedades en grano seco se da en la mayoría de regiones del Perú, siendo la principal Cajamarca con 14.31 mil ton producidas en el 2012, le siguen Huánuco, Arequipa, Huancavelica, entre otros. El área de comercio exterior de Sierra Exportadora, estimó el precio de venta del frijol en S/2.80/kg, con un costo de producción de S/0.72/kg para Arequipa, sobre la base de tenencia de tierra propia y con nivel tecnológico alto (MINAGRI, 2012a).

La evolución de la producción de frijol a nivel nacional durante el periodo 2008 - 2012, donde se observa la tendencia a incrementar la producción de frijol, se muestra en la Tabla 2 y Figura 2.

Tabla 2. Producción nacional de frijol en todas sus variedades (ton)

REGIÓN	2008	2009	2010	2011	2012
Cajamarca	15599	17132	32623	14587	14311
Huánuco	7553	7595	16078	8134	8508
Arequipa	13280	14429	24676	10245	8427
Huancavelica	3712	3860	10362	4608	7417
Apurímac	7300	9953	14922	6989	5879
Amazonas	4349	4783	8638	5226	5484
San Martín	4015	5042	11211	6014	5181
Loreto	8179	8897	10688	4694	4840
Junín	4128	4762	9916	5119	4729
La Libertad	6638	7874	10527	3350	3836
Piura	13359	14198	29642	3884	2274
Cusco	3730	3737	4932	2937	2214
Ucayali	5235	6111	6765	1984	2144
Ayacucho	1731	1874	3542	1559	2025
Lima	6863	7524	7847	2783	1715
Ancash	2750	2505	5582	2262	1672
Lambayeque	6049	6830	10263	1588	997
Pasco	693	732	1454	835	811
Ica	406	459	1139	242	376
Puno	259	266	502	268	297
Moquegua	248	317	696	318	267
Madre de Dios	233	169	424	226	176
Tumbes	189	89	105	-	3
Total (ton)	116498	129138	222534	87852	83583

Fuente: Ministerio de Agricultura, (2012a)

Elaboración: Asociación Regional de Exportadores Lambayeque - AREX.

De todos los cultivos que se producen en la Región Amazonas, el frijol común se ubica en el décimo lugar con 5.48 mil ton, producidas en 6921 ha instaladas en la campaña 2011 - 2012 y que representa el 7% de la producción nacional según el IV CENAGRO (MINAGRI, 2013); existe además en la Región Amazonas otro frijol tepari (*P. acutifolius*), producido por los pequeños productores como alimento de autoconsumo por su calidad nutricional a pesar de los largos períodos de cocción requeridos (Granito, Valero y Pérez, 2009) los excedentes de este frijol poco son comercializados y muchas de las veces se pierde en la chacra.

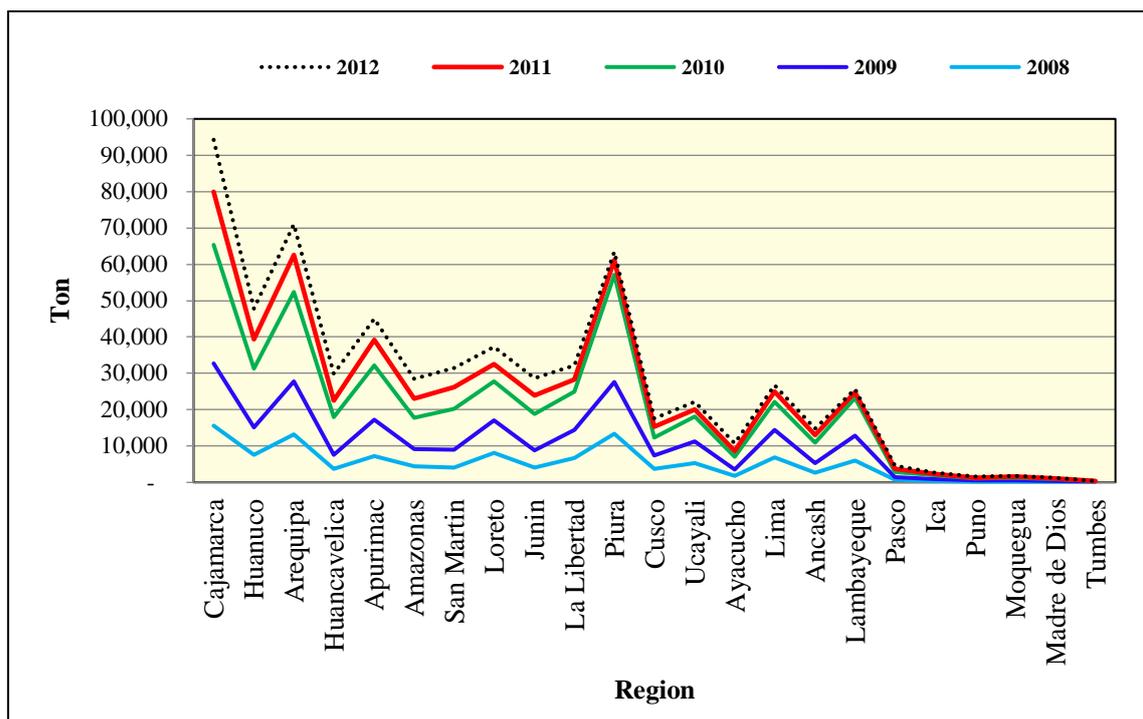


Figura 2. Producción de frijol a nivel nacional (ton) para todas las variedades.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida afectará la inclusión de diferentes niveles de los granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) y harina de frijol (*P. acutifolius*) en los índices productivos de pollos Cobb - 500, en la Estación Experimental Chachapoyas de la UNTRM?

1.3. Justificación del problema

El consumo de carne de ave ha experimentado un crecimiento notable tanto a nivel de Lima Metropolitana como a nivel nacional. En la avicultura, la alimentación es el factor más importante y representa entre el 70 y 75% de los costos de producción, los avances en genética, la mejora de instalaciones, los programas sanitarios adecuados y la formulación de raciones alimenticias acorde con la fase de crecimiento y engorde, han hecho más eficiente esta actividad (MINAGRI, 2012b).

La producción avícola a febrero del 2015, se incrementó en 7.2% respecto a cifras obtenidas en el similar mes del año anterior; dicho incremento fue impulsado principalmente por la producción de pollo (7.0%) y huevo de gallina (7.4%), ello debido a la cada vez mayor demanda de la carne de pollo y huevo de gallina en el mercado nacional; así como por sus bajos costos comparado con otros alimentos de fuente proteica (MINAGRI, 2015b).

Los altos costos de los ingredientes alimenticios están poniendo a los productores en riesgo, obligándolos a buscar alternativas para proporcionar a sus aves los nutrimentos que necesitan “Nunca antes nos habíamos enfrentado a un dilema como el de hoy” donde el maíz y la soya han subido dramáticamente de precio (Tom, 2010).

En los sistemas de alimentación de pollos de carne, hay etapas o fases de acuerdo a su edad, los requerimientos nutricionales van cambiando por ello se trabaja con raciones de pre inicio, inicio, crecimiento, engorde y finalización. La torta de soja es considerada como la fuente proteica de mayor importancia en la industria de concentrados, ya que contiene alto porcentaje de proteína (45 - 48%) y con 82% de digestibilidad (Albarracín, 1999).

En la Región Amazonas, existe el frijol tepari o “*toda la vida*” especie nativa resistente a climas secos, que soportan sequías prolongadas y no requieren fertilización. El frijol tepari (*P. acutifolius*), es una leguminosa nativa tipo arbustiva; su siembra y producción es posible aún en climas secos comparados al frijol común (*P. vulgaris*). Los requerimientos de humedad para su cultivo son mínimos, e incluso puede crecer en regiones donde el promedio de precipitación anual es menor a los 400 mm (Muñoz, 2010).

El frijol Tepari contiene cantidades similares de proteína a las de otras leguminosas. La calidad biológica de su proteína es superior a la del frijol común, se prepara como cualquier otra leguminosa de grano, remojándolas, cocinándolas y en algunos casos, horneándolas, son usadas como base para sopas y cocidos. Su alto contenido de lisina las hace excelentes fuentes suplementarias a los cereales, sin embargo, como en el caso de otras leguminosas, la proteína es deficiente en metionina (Muñoz, 2010).

Por este motivo, se propone realizar la presente investigación ya que ésta leguminosa se encuentra en diferentes zonas de la Región Amazonas. Usualmente el frijol común, desvainado, es destinado para el consumo humano, pudiéndose preparar de diversas formas; hoy en día el único valor agregado se logra mediante su transformación en mermeladas o dulces; Sin embargo, parte de la producción de esta valiosa fuente de proteína es desechada o se pierde debido a su poco valor comercial (MINAGRI, 2014b). A pesar que forma parte de los hábitos alimenticios de muchas poblaciones, su consumo es limitado por los largos períodos de cocción requeridos y por los compuestos aerofágicos (producto de la fermentación de los a-galactósidos y la fibra soluble) que se producen después de su ingesta (Granito, Valero y Pérez, 2009).

Por otro lado, la harina de frijol tepari ofrece buenas perspectivas económicas como insumo en la dieta balanceada de animales domésticos. El principal problema que limita su uso en monogástricos es la presencia de factores anti nutricionales, siendo la lecitina una proteína conocida por su capacidad de aglutinar células, especialmente los eritrocitos. Estudios realizados indican que las lecitinas son tóxicas para las células de mamífero tanto *in vitro* como *in vivo*. Además de inhibir el crecimiento, el efecto que pueden causar en aves a la fecha no se ha reportado, menos con la variedad de frijol tepari. La reducción o eliminación de esta lecitina se realiza mediante purificación por precipitación de los granos en un extracto acuoso con sulfato de amonio (Muñoz, 2010).

Por lo tanto, en la presente investigación se planteó encontrar fuentes alternativas para disminuir los costos de alimentación de pollos de carne, sin afectar la eficiencia sus índices productivos tales como el nivel consumo de alimento, ganancias de peso, rendimiento y calidad de carcasa. Es por ello que además del frijol tepari, se evaluó también el efecto del uso de los DDGS sobre los índices productivos de pollos de carne.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) o harina de frijol (*P. acutifolius*) en los índices productivos de pollos de carne línea Cobb - 500 en el módulo de aves de la Estación Experimental Chachapoyas de la UNTRM.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar la composición nutricional del DDGS y harina de frijol (HF).
- b. Determinar el efecto de DDGS y HF en los parámetros productivos como: consumo de alimento (CA), ganancias de peso (GP), pesos finales (PF), índice de conversión alimenticia (ICA), rendimiento de carcaza (RC) y mérito económico (ME), en relación al costo de alimento en pollos Cobb - 500 bajo los diferentes tratamientos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El aumento de la producción es una constante en el sector avícola peruano. En el Perú, se han realizado estudios de insumos de alto valor proteico como la harina de *Loricaria sp.* En la alimentación de pollos de carne (León, 2010). En el ámbito internacional evaluaron los efectos de niveles de proteína en la producción y calidad de huevos (Shim *et al.*, 2013). Monforte- Braga *et al.* (2006), compararon dos marcadores dietéticos durante la determinación de la digestibilidad de aminoácidos en maíz, sorgo, pasta de soya, gluten de maíz, harina de pescado, harina de carne y hueso y salvado de trigo como alimento balanceado común en pollos de engorda. Otras investigaciones conducidas fueron la aplicación de granos secos de destilería (DDGS), como sustituto de la torta de soja en la alimentación de pollos de engorde (Łukasiewicz *et al.*, 2012).

Niveles de inclusión máximos recomendados de DDGS en dietas, son de 10% para las aves productoras de carne y de 15% para las aves ponedoras. Se pueden usar niveles más altos, si se hacen los ajustes adecuados de formulación de la dieta en cuanto a energía y aminoácidos; deben usarse los valores de aminoácidos digestibles, especialmente para lisina, metionina, cistina y treonina. Las dietas también deben formularse mediante el establecimiento de niveles mínimos aceptables de triptófano y arginina, debido a la segunda naturaleza limitante de estos aminoácidos en la proteína de los DDGS (USGC, 2004)

El caso de las semillas de oleaginosas, con uso limitado en la alimentación de aves en general, debido a compuestos con efectos negativos en la producción; poseen anti nutrientes, bajo contenido en metionina; se puede utilizar a un nivel de hasta el 20 a 30% cuando se elabora y se complementa con metionina. En el caso de los DDGS, se les atribuye la limitación de disponibilidad variable de aminoácidos; alto contenido de grasa (10%), cuando las harinas son de buena calidad se pueden utilizar a un nivel de hasta el 25% (FAO, 2014), además son ricos en vitaminas y minerales. La disponibilidad de aminoácidos entre los DDGS es similar que en la soja. Esta puede ser la única materia prima cuyo suministro está asegurado y se incrementará en el futuro (Ravindran, 2010).

En la Región Amazonas, se cultiva el frijol tepari (*P. acutifolius*), es una leguminosa nativa tipo arbustiva (Muñoz, 2010); es resistente a climas secos, normalmente no requieren fertilizantes, sembrados para autoconsumo (Granito, Valero y Pérez, 2009); parte de los excedentes, aunque tiene bajo valor comercial, son una fuente de ingresos (MINAGRI, 2014). El frijol, puede ser una fuente alimenticia para animales domésticos; siendo un aspecto limitante la presencia de factores anti nutricionales como la anti tripsina que afecta la biodisponibilidad de la proteína (Centurión, Espinosa y Gómez, 2011) y la lecitina que tiene capacidad de aglutinar células como los eritrocitos (Muñoz, 2010), esto puede eliminarse vía cocción. El contenido de proteína del frijol es de 27%, y los nutrientes varían de acuerdo las variedades (Ñañez, 2012).

El precio de la proteína en relación al de la energía está aumentando en Europa, América Latina y el Perú probablemente continuará aumentando en el futuro (FEDNA, 2010). Casi todos los países en desarrollo son importadores netos de ingredientes alimenticios. El desvío de granos, en particular el maíz, del mercado de alimentos animales a la producción de etanol es un hecho que ha causado graves problemas de abastecimiento de cereales en el mercado mundial, con un drástico aumento de los precios. Los altos precios de los ingredientes de pienso en todo el mundo han hecho que los nutricionistas animales busquen ingredientes alimenticios alternativos para minimizar el costo de los alimentos (USGC, 2012); y que los productores también busquen insumos locales de bajo costo que permitan rentabilizar la actividad (Tom, 2000; Ferreira, 2000).

Es importante señalar que la gran mayoría de los estudios realizados acerca del uso de DDGS en dietas para pollos de engorda y gallinas de postura han sido investigados con base a dietas maíz-pasta, otras empresas avícolas, formulan dietas con base a sorgo-pasta de soya (Cortes, *et al.*, 2012). En consecuencia, los productores avícolas están continuamente en busca de oportunidades que permitan una mayor flexibilidad en los tipos y niveles de ingredientes utilizados en las formulaciones de alimentos. Los fabricantes de piensos están mostrando vivo interés en los DDGS por ser una fuente de energía y aminoácidos disponibles, además de su rentabilidad y disponibilidad (Ravindran, 2010).

Ruíz (2009), realizó la evaluación del frijol remojado, en ganancia de peso en monogástricos (cerdos) en crecimiento, se realizaron estudios de “purificación, caracterización bioquímica, y características bioactivas de lecitina de semillas de *P. acutifolius*”, mediante el método de

cromatografía de afinidad, en las cuales encontraron valores de concentración de proteína en el extracto crudo para lecitina de 30.41 mg/ml (Valadez *et al.*, 2011).

2.2. Base teórica

2.2.1. Producción de pollos de carne

a. Pollo de carne o broiler

El pollo de carne de ambos sexos, tienen como características principales una elevada velocidad de crecimiento y la formación de unas notables masas musculares, principalmente en el pecho y los muslos. El hecho de que tenga un corto periodo de crecimiento y engorde, alrededor de 5 - 7 semanas, ha convertido al broiler en la base principal de la producción de carne de pollo de consumo (Guía de avicultura, 2012).

b. Producción de pollo de carne en el Perú

En el Perú, a febrero el año 2015, la producción avícola se incrementó en 7.2% respecto a al mismo mes del año anterior. Dicho incremento fue impulsado principalmente por la producción de pollo (7.0%) y huevo de gallina (7.4%), ello debido a la cada vez mayor demanda de la carne de pollo y huevo de gallina en el mercado nacional; así como por sus bajos costos comparado con otros alimentos de fuente proteica. Por lo que, en febrero de 2015, la oferta de carne de ave y huevo de gallina, alcanzaron las 108 y 31 mil ton respectivamente, superando en 7.3 y 7.6% a lo obtenido en similar mes del año anterior; así mismo la disponibilidad per cápita de carne de ave y huevo de gallina para este mes alcanzaron los 3.5 y 1.0 kg/mes respectivamente. Las importaciones de carne de ave se incrementaron en 39.2%, respecto a cifras de febrero del 2014 (MINAGRI - SIEA, 2015).

En Lima Metropolitana, la mayor producción de pollo de carne es ofertada por la Empresa San Fernando con 251,203 unidades por día (34.11%), seguido de Redondo SA con 128,925 unidades (17.50%), Ganadera Sta. Elena SA con 109,840 unidades (14.91%), Inversiones Mercaba con 84,320 unidades (11.45%); entre estas empresas producen 574,288 unidades y representa el 77.97% de la producción y mientras que el 32.23% por las demás empresas (Figura 3). El promedio de peso vivo por pollo en Lima Metropolitana fue 2.58 kg para febrero del 2016, y el precio promedio de S/. 5.63 por kg (Tabla 3) (MINAGRI, 2016).

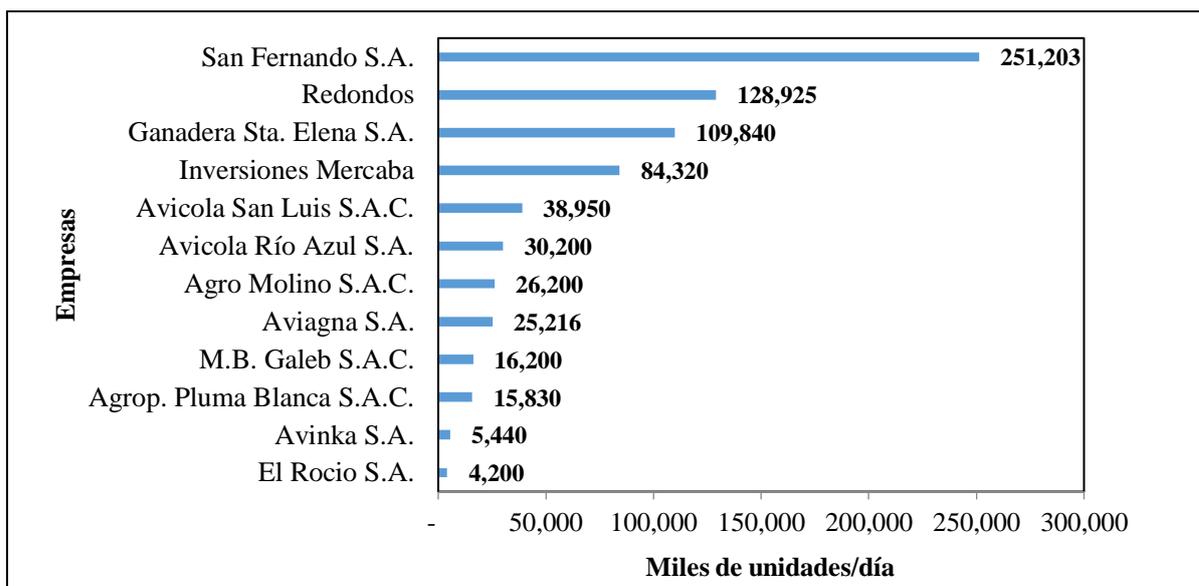


Figura 3. Participación de las ventas de pollo según empresas en Lima Metropolitana, 2016

Tabla 3. Peso vivo y precio, en centros de distribución de Lima (febrero del 2016)

	Prom (Últimos 7 días)	17/02/ 2016	18/02/ 2016	Prom	17/02/ 2016	18/02/ 2016	Prom
Centro de Distribución	5.59	5.64	5.64	5.62			
En Granja	5.27	5.33	5.33	5.31			
* Precios en centros de distribución				Peso vivo (kg)			
San Fernando SA	5.54	5.60	5.60	5.58	2.63	2.55	2.59
Redondos SA	5.64	5.70	5.70	5.68	2.67	2.76	2.72
Ganadera Sta. Elena SA	5.59	5.65	5.65	5.63	2.49	2.59	2.54
Avícola San Luis SAC	5.56	5.62	5.62	5.60	2.51	2.53	2.52
Agro Molino SAC	5.59	5.64	5.66	5.63	2.53	2.55	2.54
Inversiones Mercaba	5.60	5.65	5.65	5.63	2.56	2.55	2.56

*Los precios al por mayor en centros de distribución de aves vivas son ponderadas.

Fuente: Centros de Distribución de Aves Vivas de Lima y Callao, Mercado Mayorista de Santa Anita.
Elaboración: MINAGRI - DGESEP - DEA, 2016.

c. Aspectos de manejo de pollos de carne

- El galpón

Es importante que el galpón sea situado siguiendo el sentido del sol (Este - Oeste), para reducir la cantidad de luz solar directa en las paredes laterales durante las horas más calurosas del día. El principal objetivo es reducir al máximo las fluctuaciones de temperatura que ocurren en las 24 horas. Un buen control de temperatura promueve mejoras en la conversión alimenticia y tasa de crecimiento (Guía de manejo de pollo de carne, 2013). También, se debe proteger de las corrientes de aire, para esto se pueden utilizar cortinas de

polietileno, tanto dentro como por fuera de él, las cortinas se deben instalar de manera que se abran de arriba hacia abajo, con el fin de regular la acumulación de amoníaco u otros gases del galpón (Rentería, 2007).

- **Ingreso de pollitos al galpón**

Al ingresar los pollitos al galpón, los comederos y bebederos deben tener un suministro adecuado de acuerdo a la densidad de aves alojadas y de que estén localizados correctamente. Los comederos y bebederos deben estar situados cerca unos de otros y dentro de la zona de confort térmica (Rentería, 2007).

- **Iluminación, fuente de calor y ventilación**

La iluminación es un factor clave para un buen rendimiento del pollo de engorde y bienestar general del lote. Es necesaria una adecuada estimulación de las aves durante los primeros 7 días para obtener niveles óptimos de consumo y para un buen desarrollo de los sistemas inmune y digestivo (Guía de manejo de pollo de carne, 2013). Las fuentes de calor pueden ser de gas o eléctrica, existen criadoras para 500, 1000 o más aves. El pollo en sus primeros días es incapaz de regular su temperatura corporal, debido a su inmadurez cerebral. Por esto, es importante utilizar una fuente de calor externa, estas fuentes de calor aseguran un ambiente favorable para que el alimento que come se convierta en peso y no se pierda en la producción de calor corporal (Rentería, 2007).

El propósito de la ventilación es la de proveer una buena calidad de aire, es importante que las aves siempre tengan niveles adecuados de oxígeno, de humedad relativa y mínimos niveles de CO₂, CO, NH₃ y polvo, siendo necesario O₂ > 19%, CO₂ < 0.3%, CO < 10 ppm, NH₃ < 10 ppm, HR 45 a 65%, polvo respirable < 3.4 mg/m³ (Guía de manejo de pollo de carne, 2013).

Además de un correcto ajuste de temperatura, la ventilación debe distribuir el aire caliente uniformemente en todo el galpón y mantener una buena calidad de aire en el área de crianza. Por consiguiente, niveles de amoníaco en un lote de siete semanas de edad pueden reducir el peso corporal de los pollos de una semana en un 20%. También son muy susceptibles a las corrientes de aire, velocidades de aire, la temperatura adecuada está en función de la HR del galpón (Tabla 4).

Tabla 4. Temperatura requerida ante diversos niveles de humedad relativa

Edad (días)	Objetivo		Temperatura del bulbo seco ante % de HR				
	Temperatura °C	Rango de % HR	40%	50%	Idónea		
					60%	70%	80%
1	30	60 - 70	36.0	33.2	30.8	29.2	27
3	28	61 - 70	33.7	31.2	28.9	27.3	26
6	27	62 - 70	32.5	29.6	27.7	26.0	24
9	26	63 - 70	31.3	28.6	26.7	25.0	23
12	25	64 - 70	30.2	27.8	25.7	24.0	23
15	24	65 - 70	29.0	26.8	24.8	23.0	22
18	23	66 - 70	27.7	25.5	23.6	21.9	21
21	22	67 - 70	26.9	24.7	22.7	20.3	20
24	21	68 - 70	25.7	23.5	21.7	20.2	19
27	20	69 - 70	24.8	22.7	20.7	19.3	18

Fuente: Malcolm Mitchell (Universidad Escocesa de Agricultura), citado por Guía de Manejo Cobb - 500, 2013.

- Densidad de pollos

Una densidad adecuada es esencial para el éxito en la producción de pollos, además tiene implicaciones en el bienestar animal y deben considerarse varios factores como clima, tipo de galpón, sistema de ventilación y peso de beneficio. Errores en la determinación de una correcta densidad del lote traerá consecuencias como problemas de patas, hematomas y aumento de la mortalidad; además la calidad de la cama se verá afectada. El raleo del lote es una forma de mantener una densidad óptima, de esta manera las aves restantes dentro del galpón tendrán más espacio y se pueden criar hasta alcanzar un peso superior, en climas cálidos, una densidad de lote de 30 kg/m² es ideal (Guía de Manejo Cobb - 500, 2013).

- Distribución de bebederos y comederos

Los bebederos de campana deben proveer al menos 0.6 cm de espacio de bebedero por ave, todos los bebederos deben tener un lastre para reducir el derrame. El agua debe estar a una profundidad de 0.5 cm del borde del bebedero cuando los pollitos tengan un día de edad y debe disminuir progresivamente a 1.25 cm luego de los siete días de edad (Guía de Manejo Cobb - 500, 2013).

Independiente del tipo de comedero, el espacio para alimentación de las aves es muy importante, si el espacio para alimentación es insuficiente, la tasa de crecimiento se reducirá y la uniformidad del lote se verá comprometida. La distribución del alimento y la proximidad

de los comederos a las aves son claves para lograr consumo adecuado de alimento. Todos los sistemas de comederos deben ser calibrados para permitir suficiente volumen de alimento con el mínimo de desperdicio, se recomienda un platón de 33 cm/50 - 70 aves (Guía de Manejo Cobb - 500, 2013).

- **Manejo del agua**

El agua es un elemento esencial que influye en las funciones fisiológicas, forma parte de un 65 a 78% de la composición corporal de un ave, dependiendo de su edad. El consumo, está definido por la temperatura, humedad relativa, composición de la dieta y la tasa de ganancia de peso. Se debe tratar el agua para evitar diarreas y enteritis por contaminación. El consumo de agua y alimento están correlacionados y debe ser entre 1.6 a 2.0 veces más que el consumo de alimento; sin embargo, el consumo de agua varía dependiendo de la temperatura ambiental, calidad de alimento y sanidad del lote. El consumo de agua aumenta un 6% por cada grado extra de temperatura entre 20 y 32 °C; Aumenta un 5% por cada grado extra de temperatura entre 32 y 38 °C. El consumo de alimento disminuye un 1.2% por cada grado extra de temperatura sobre los 20 °C (Ojeda, 2012).

d. Sanidad: Plan de vacunaciones

Ojeda (2012), recomienda al primer día de edad de los pollitos, vacunar contra Marek y Bronquitis; al 2° y 3° día de edad (ocular o agua de bebida) vacunar contra Gumboro I; al 7° día de edad (ocular o en agua de bebida) vacunar contra Bronquitis B1; al 10° a 12° días de edad (ocular o bebida) vacunar contra Gumboro II; a los 17° días de edad (ocular o agua de bebida) vacunar contra Newcastle. El éxito de un programa de vacunación depende de la correcta administración de las vacunas (Guía de Manejo Cobb - 500, 2013).

2.2.2. Índices productivos de pollos de carne

Los pollos de carne Cobb - 500, se caracterizan por su rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, alta viabilidad, rusticidad y fácil adaptación a diferentes condiciones ambientales. La línea de pollos Cobb - 500, es la más explotada en el Perú, predominando en un 66% a nivel nacional.

a. Ganancia de peso y consumo de alimento

El pollo de engorde actual, está mejorado genéticamente para producir carne en poco tiempo; si se mantienen en condiciones óptimas es posible alcanzar pesos de 1.8 a 2 kg en 38 días de edad. La producción de pollo ha tenido un desarrollo importante durante los últimos años y está muy difundida a nivel mundial, especialmente en climas templados y cálidos, debido a su rentabilidad, mercado creciente y alta conversión alimenticia (Mejía, 1992). Rentería (2007), señala que en la producción comercial de pollos de carne, el peso, ganancia diaria y consumo de alimento, deben ser registrados y evaluados semanalmente, tal como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Consumo de alimentos y pesos en pollos de engorde

Edad	Unidad	Gramos	Edad	Unidad	Gramos
1ra Semana	Peso	130	5ta Semana	peso	1500
	Ganancia diaria	12.8		ganancia diaria	67.14
	Consumo	18(130) *		consumo	128 (900) *
2da Semana	Peso	320	6ta Semana	peso	1980
	Ganancia diaria	27.14		ganancia diaria	68.57
	Consumo	30 (270) *		consumo	161 (1130) *
3ra Semana	Peso	640	7ma Semana	peso	2460
	Ganancia diaria	45.71		ganancia diaria	696
	Consumo	78 (550)		consumo	195 (1368) *
4ta Semana	Peso	1030	Consumo total inicio/ave: 1650 g		
	Ganancia diaria	55.71	Consumo total inicio/ave: 3400 g		
	Consumo	100 (700) *	(*) Datos de consumo semanal		

Fuente: Rentería (2007), Manual Práctico del Pollo de Engorde.

b. Calidad de carcasa

La calidad de la carcasa del pollo, tiene gran importancia en la rentabilidad de los lotes. Por esta razón, debemos planificar y desarrollar de una manera adecuada en todo el proceso de engorde, ayuno y sacrificio; caso contrario influye en las mermas de peso y las pérdidas ocasionadas por contaminación de la canal o deterioro físico de la misma, con impacto en la calidad de del producto y e ingresos obtenidos al final del proceso. En Brasil, el 90% de los decomisos corresponden a daños en la carcasa y solo un 10% a cambios debidos a problemas sanitarios (García, 2014).

- Calidad de la carne de pollo

La calidad de la carne puede definirse de diversas formas y juega un papel fundamental ya que está relacionada con la aceptación por parte del consumidor. Los principales aspectos a valorar incluyen los que determinan atributos sensoriales tales como la apariencia, capacidad de retención de agua, color y ternura. Algunos cambios en estas características se deben al pollo y su ambiente mientras que otros están relacionados con los métodos de procesado, la ternura de la carne de la pechuga, es uno de los atributos más importantes para los consumidores (Casey, 2014).

La carne de pollo, además de aportar una importante cantidad de proteínas y baja proporción de grasas que otras carnes, es la segunda de mayor consumo a nivel mundial y su producción es la que registra mayor tasa de crecimiento. Junto con la expansión del mercado avícola, los consumidores comienzan a demandar nuevos productos, así es como el pollo campero aparece como una nueva alternativa de producción (Sorrentino, 2013).

2.2.3. Requerimientos nutricionales de pollos de carne

- Dietas en pollos de carne

Las dietas para pollos de carne, están formuladas para proveer de la energía y de los nutrientes esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y producción. Los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son agua, aminoácidos, energía, vitaminas y minerales. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y tejido muscular. El requerimiento de proteína de los pollos refleja los requerimientos de aminoácidos, que son las unidades estructurales de las proteínas (Guía de Manejo Cobb - 500, 2013). Mejía (1992), indica que la energía es el componente más influye sobre los rendimientos productivos, en especial en la conversión alimenticia. La energía no es un nutriente, pero es una forma de describir los nutrientes que producen energía al ser metabolizados, siendo necesario para mantener las funciones metabólicas de las aves.

Dean y Scott, 1965 citados por Leclercq, 1998 aplicaron el concepto de “proteína ideal” para la concentración de aminoácidos digestibles. Este concepto, utiliza a la lisina como aminoácido de referencia y las necesidades de otros aminoácidos esenciales (metionina, lisina, triptófano y treonina) se establecen como cocientes de la lisina (Ravindran, 2010).

La proteína ideal, es una mezcla adecuada de aminoácidos digestibles esenciales. La explicación por la cual no se obtienen los mismos resultados con una dieta rica en proteína y otra baja en proteína, pero suplementada con aminoácidos, reside en los distintos mecanismos de absorción y de utilización de los aminoácidos libres frente a los oligopéptidos. La absorción de aminoácidos depende más de los sistemas de transporte activo de los enterocitos que los oligopéptidos, y es posible que en dietas ricas en aminoácidos libres estos sistemas queden saturados (Mejía, 1992).

Las vitaminas son suplementadas en las dietas de aves y pueden clasificarse en hidrosolubles y liposolubles. Los minerales son compuestos inorgánicos y se clasifican como macrominerales: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio; y microminerales: hierro, yodo, cobre, manganeso, zinc y selenio (Guía de Manejo Cobb - 500, 2013).

Los principales insumos energéticos usados en la avicultura son el maíz amarillo, hominy feed, sorgo, afrecho de trigo, polvillo de arroz, aceite acidulado de pescado, aceite refinado de soya. La composición nutricional, digestibilidad, y características físicas varían entre diferentes fuentes, siendo necesario conocer el valor nutricional del insumo y nivel de micotoxinas (Campbell, 2011). Los principales insumos proteicos son la torta de soya, harina de pescado, harina integral de soya, pasta de algodón, harina de alfalfa. Un alimento balanceado para pollos de carne deberán cumplir con los requerimientos mínimos especificados por la guía de manejo del pollo de engorde Cobb - 500 (MINAGRI, 2012b).

Tabla 6. Comparación nutricional de ingredientes para aves

Ingredientes	EM Mcal	Lis. dig %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Met. dig %	P disp. %
Maíz	3.25	0.22	7.50	3.50	1.90	0.15	0.04
Trigo	3.05	0.28	11.90	1.10	2.05	0.16	0.19
Gluten de Maíz	3.50	0.73	58.50	2.50	1.30	1.23	0.10
DDGS Maíz	2.55	0.56	26.60	8.50	6.45	0.45	0.45
Mogolla Trigo	1.87	0.46	14.50	5.40	7.00	0.18	0.30
Harina soya	2.22	2.51	45.50	1.80	3.70	0.59	0.24
Torta Canola	2.50	1.25	28.40	14.50	11.50	0.50	0.23
Harina Canola	1.65	1.42	34.75	3.50	11.15	0.56	0.30

Fuente: Gowans Feed Consulting - USGC, Campbell (2011).

El éxito de la industria avícola depende en gran medida de la alimentación, ya que ésta representa el 70 - 75% de los costos de producción. El uso de enzimas como aditivos del alimento permite una mejor digestión y productividad (Anzules, Triviño, Gernat y Murillo, 2006), la proteína es el componente más caros en la elaboración de dietas, afectando directamente la rentabilidad (Naranjo, Rivadeneyra, Gernat y Murillo, 2005).

La formulación de raciones debe basarse en energía metabolizable y aminoácidos digestibles, con el objetivo de maximizar la ganancia neta (Campbell, 2011). La conversión alimenticia está influenciada por factores como: enfermedades, mortandad, calidad y consumo de alimento. En la medida que el pollo envejece, aumenta el consumo y la conversión alimenticia disminuye (Codex Alimentarius, 2001).

En un sistema de alimentación, los requerimientos varían según edad: inicio, crecimiento, engorde y acabado, la estrategia es formular con un margen de seguridad de nutrientes (Ojeda, 2012). La empresa especialista de pollos de la línea Cobb - 500 establece los niveles de requerimientos mínimos para cada fase (Tabla 7).

Tabla 7. Requerimientos nutritivos de pollos de carne

DESCRIPCIÓN	Inicio	Crecimiento	Engorde	Finalización
Cantidad de alimento/ave	250 g	1000 g		
Periodo de alimentación (días)	0 - 10	11 - 22	23 - 42	43 +
Tipo de alimento	Migaja	Pellet	Pellet	Pellet
Proteína bruta (%)	21 - 22	19 - 20	018 - 19	17 - 18
Energía Metabolizable (Kcal/kg)	3035	3108	3180	3203
Lisina (%)	1.32	1.19	1.05	1.00
Lisina digestible (%)	1.18	1.05	0.95	0.90
Metionina (%)	0.50	0.48	0.43	0.41
Metionina digestible (%)	0.45	0.42	0.49	0.37
Metionina + Cistina (%)	0.98	0.89	0.82	0.78
Metionina + Cistina digestible (%)	0.88	0.80	0.74	0.70
Triptófano (%)	0.20	0.19	0.19	0.18
Triptófano digestible (%)	0.18	0.17	0.17	0.16
Treonina (%)	0.86	0.78	0.71	0.68
Treonina digestible (%)	0.77	0.69	0.65	0.61
Arginina (%)	1.38	1.25	1.13	1.08
Arginina digestible (%)	1.24	1.10	1.03	0.97
Valina (%)	1.00	0.91	0.81	0.77
Valina digestible (%)	0.89	0.81	0.73	0.69
Calcio (%)	0.90	0.84	0.76	0.76
Fosforo (%)	0.45	0.42	0.38	0.38
Sodio (%)	0.16 - 0.23	0.16 - 0.23	0.15 - 0.23	0.15 - 0.23
Cloruro (%)	0.17 - 0.35	0.16 - 0.35	0.15 - 0.35	0.15 - 0.35
Potasio (%)	0.60 - 0.95	0.60 - 0.85	0.60 - 0.80	0.60 - 0.80

Fuente: Guía de manejo de pollos de engorde Cobb - 500 (2013).

2.2.4. Insumos alimenticios tradicionales

Los principales insumos son la soja, el maíz, harina de pescado; por otro lado se tiene insumos ricos en fibra y polisacáridos no amiláceos como el trigo, cebada, centeno y sorgo, que pueden limitar la disponibilidad de nutrientes, siendo necesario el uso de aditivos como enzimas. La densidad de nutrientes en la ración, es el principal factor que determina el rendimiento del pollo de carne, por ello es preferible usar fuentes de proteína de alta calidad, siempre que estén disponibles (Leclercq, 1998).

a. La soja

Es una leguminosa que se compone de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y minerales. Siendo las proteínas y los lípidos el 60% de la semilla, con un alto contenido del aminoácido lisina comparado con los cereales. La Asociación Americana de Soja (ASA), recomienda su utilización como insumo alimenticio en aves y cerdos, previo tratamiento con calor seco (tostado), o calor húmedo (cocido), para inhibir los factores anti nutricionales de la semilla, mejorándose así la eficiencia nutritiva en la alimentación de los monogástricos. La soja es considerada como la fuente proteica de mayor porcentaje en la avicultura ya que contiene alto porcentaje de proteína (45 - 48%) y digestibilidad de 82% (Albarracín, 1999).

Tabla 8. Composición nutricional del grano de soja crudo, procesado y torta de soja

COMPONENTES	UNIDAD	GRANO DE SOYA		TORTA DE SOJA
		CRUDO	PROCESADO	
Materia seca	%	90.00	90.00	90.00
Energía Metabolizable aves	(Mcal/kg)	3.20	3.4 - 3.8	3.25
Grasa	%	17.50	17.50	1.50
Proteína	%	37.50	37.50	45.50
Metionina	%	0.52	0.52	0.70
Metionina + Cistitina	%	1.08	1.08	1.41
Lisina	%	2.42	2.42	2.90
Triptófano	%	0.54	0.54	0.62
Ácido linoleico	%	8.50	8.50	0.55
Fibra	%	5.50	5.50	3.40
Calcio	%	0.61	0.61	0.30
Índice de Ureasa	%	2.0 - 3.0	0.02 - 0.5	0.02 -0.5
Inhibidor de tripsina	%	75 - 80	< 0.10	< 0.10

Fuente: Buitagro, Portela y Eusee (1992).

Como recomendación para los pequeños productos y garantizar la inactivación de los factores anti nutricionales (Villavicencio, 2006), recomienda en poner a hervir agua en un recipiente hasta alcanzar el punto de ebullición, introducen los granos por 25 a 30 min de

cocción, luego se saca y se pone al sol para su secado y molienda. La torta de soja es un producto derivado de la industria del aceite, dejando un insumo alto en proteína. El perfil de aminoácidos es adecuado para la nutrición de aves cuando se combina con maíz o sorgo (Mattocks, 2009).

b. Harina de pescado

En el Perú la producción de alimentos balanceados inició su mayor desarrollo durante la década de 1960, como consecuencia del crecimiento de la actividad pesquera y de la industria de la harina de pescado; es también cuando el sector avícola nacional inició su crecimiento al utilizarla como fuente de proteína. Actualmente existe una expansión de la producción de alimentos balanceados, especialmente para el sector avícola (alrededor del 90%). Las grandes empresas avícolas tienen en sus sistemas de producción, almacenes de acopio, plantas de molienda, mezclado y empaquetado de alimentos balanceados (MINAGRI, 2015c). La harina de pescado provee una variedad de proteína concentrada, también ayuda a balancear todos los aminoácidos esenciales, principalmente metionina y lisina, estimula el apetito, puesto que las aves instintivamente prefieren proteínas de origen animal (Mattocks, 2009).

c. Maíz amarillo

En el sector avícola, el maíz representa más del 50% de la alimentación, el maíz tiene un comportamiento estacional marcado, donde se observa que en los meses de verano la oferta es mayor debido a la época de cosecha en la costa. El maíz amarillo en el Perú y Latinoamérica, constituye uno de los enlaces de la cadena alimenticia, que se inicia con su cultivo y termina la cadena industrial de la carne de aves y cerdos, especialmente en la del pollo, que tiene alta participación en el PBI agropecuario y en la canasta familiar peruana (MINAGRI, 2012b). El cultivo del maíz es considerado sensible, dado su importancia en diversos eslabones del sector agropecuario. El maíz amarillo duro producido en el Perú posee una buena concentración de caroteno a diferencia del maíz importado, por lo que es apreciado por empresas de la industria avícola, que minimizan el uso de pigmentantes en pollos y huevos. El maíz amarillo duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y tiene una relevancia fundamental debido a que forma parte de la cadena de maíz, avicultura y porcicultura, la cual es la más importante en términos de la actividad económica y social para el país (Salar, Oviedo y Casanova, 2012).

2.2.5. Insumos no tradicionales en la elaboración de alimento balanceado

Existe una amplia variedad de alimentos alternativos disponibles para formulación de alimentos para las aves. Los insumos alternativos se denominan “no tradicionales”, ya que no se han utilizado tradicionalmente en la alimentación animal (FAO, 2014).

a. Los granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS)

Loar *et al.* (2010), citados por Cortes *et al.* (2010), los granos secos de destilería con solubles (DDGS por sus siglas en inglés), son un subproducto de la industria del etanol a partir de la fermentación de almidones de granos de cereales. El maíz es la principal fuente de almidones para la producción de etanol en Estados Unidos.

El Manual del Consejo de Granos de Estados Unidos- USGC (2012), menciona a Fu *et al.*, (2004), quienes reportaron valores de energía metabolizable (EM) y energía neta (EN) para los DDGS de maíz de 3.25 y 2.62 Mcal/kg, respectivamente; por otro lado Hastad *et al.* (2004) obtuvieron valores mucho más altos para la energía digestible (ED), EM y EN de 3.87, 3.60 y 2.61 Mcal/kg, respectivamente. La mayor causa de variación es la cantidad de grasa debido a la cantidad de solubles condensados añadidos a éstos (Noll *et al.*, 2007).

Moreau *et al.* (2011) y Díaz- Royón (2012), citados por Alagón (2012), mencionan que la grasa de los DDGS está formada por ácidos grasos (AG) insaturados como el linoleico y oleico, con promedios de 50 y 25% de los AG totales, respectivamente. En la Tabla 9, se muestra el valor nutritivo de los DDGS de maíz amarillo.

Tabla 9. Composición Nutricional del DDGS

PRINCIPIOS NUTRITIVOS	PORCENTAJE
Humedad (%)	11.86
Extracto etéreo (%)	7.30
Proteína (%)	26.29
Fibra cruda (%)	9.36
Ceniza (%)	6.26
Almidón (%)	6.90
Azúcar (%)	5.60
FDN (%)	35.60
FDA (%)	15.50
Lisina (%)	0.90
Fosforo (%)	0.65

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM - Análisis proximal y uso de NIRS, 2016.

El maíz es la principal fuente de almidones para la producción de etanol, pero los componentes restantes del grano (endospermo y germen), conservan el valor nutritivo original del grano, entre lo que se incluye a la energía, proteína y fósforo. Los DDGS son un subproducto que está disponible como un insumo para alimentación animal. En Estados Unidos, 195 plantas produjeron 36 millones de ton en el 2010. Los DDGS ofrecen una oportunidad para disminuir los costos de alimentación en el futuro (USGC, 2010).

El DDGS de maíz, es un excelente insumo alimenticio para dietas de aves, porque contienen aproximadamente 85% del valor energético del maíz, niveles moderados de proteína, aminoácidos esenciales y fósforo disponible. Las dietas de ponedoras y pollos de engorda pueden incluirse hasta un 10% de DDGS, con algún ajuste en la formulación en cuanto a la energía y aminoácidos que pueden añadirse de forma segura a niveles del 5 al 8% en dietas de iniciación para pollos de engorda y pavos, del 12 al 15% para dietas de crecimiento y finalización de pollos de engorda, pavos y gallinas ponedoras. Sin embargo, estos niveles de inclusión son conservadores, si las dietas no están formuladas con base en aminoácidos digestibles (USGC, 2010).

Estudios de Shim *et al.* (2011) y Loar *et al.* (2010), han mostrado que se pueden incluir DDGS en dietas avícolas a niveles más altos, siempre y cuando se utilicen perfiles de nutrientes precisos específicos de la fuente de DDGS y que estén formuladas en base a aminoácidos digestibles.

- **Contenido de Proteína del DDGS**

En la Universidad de Minnesota, se evaluaron 32 fuentes de DDGS, cuyo contenido de proteína cruda promedio fue de 27.6%, con un intervalo de 25.6 a 29.4%. Recientemente algunas plantas de etanol están buscando nuevos procesos para producir etanol y DDGS de 40 - 50% de proteína, ofreciendo mayor ventaja en las dietas para rumiantes, porque los microorganismos ruminales, pueden convertir el nitrógeno en proteína microbiana que cumple con los requerimientos de aminoácidos del animal. Sin embargo, conforme aumenta el contenido en proteína, el contenido de grasa, fibra y de fósforo disminuye y estos factores pueden limitar su valor nutricional en cerdos y aves (USGC, 2012).

Los DDGS no pueden reemplazar en su totalidad a la soya, porque cada insumo, contiene diversidad de nutrientes y en diferentes proporciones. Dependiendo de los precios relativos

de los ingredientes, los DDGS reemplazan parcialmente parte de las fuentes de energía, aminoácidos y fósforo en las dietas comerciales para animales. En las raciones típicas de maíz y soja, los DDGS puede reemplazar parcialmente estos insumos (USGC, 2012).

Valor nutricional de la soja y el DDGS

La compensación entre la harina de soja y el DDGS en las raciones para cerdos y aves es compleja. El valor energético de los DDGS es igual o mayor que el de la harina de soja descascarillada en las dietas para ganado y avicultura. El contenido de proteína de DDGS es alrededor del 27%, mientras que la torta de soja contiene de 44 a 48% de proteína. Los aminoácidos que más probablemente sean limitantes en una dieta para aves y cerdos a base de maíz y soja son la lisina, metionina, treonina y triptófano. La soja es sustancialmente más alta en estos aminoácidos y son más digestibles que en los DDGS. La soja contiene la misma concentración de fósforo que el DDGS, pero la mayoría del fósforo del DDGS, es fácilmente digerible y utilizable por los cerdos y aves, en comparación con la forma indigestible del fósforo (ácido fítico) de la soja. Esta ventaja nutrimental del DDGS permite reducir significativamente la suplementación de fósforo inorgánico en la dieta, generando un desempeño óptimo del ave y del cerdo (USGC, 2012).

- Características físicas y químicas del DDGS

Las características físicas y químicas del DDGS, varía entre fuentes y pueden influir sobre su valor nutricional y características de manejo. Entre estas características se incluye el color, olor, tamaño de partícula, densidad de masa, etc. El color del DDGS, puede ir desde un dorado claro a café oscuro, las diferencias se deben al color inicial del grano, cantidad de solubles añadidos, tiempo y temperatura de secado utilizados. La duración del calentamiento está altamente correlacionada con la digestibilidad de la lisina. El tamaño medio de partícula de DDGS es 700 μm , variando de 73 a 1217 μm . La densidad aparente varía entre 368 y 561 kg/m^3 entre los diferentes tipos de DDGS, el pH es de 4.1; la temperatura de secado en las plantas de etanol puede variar de 127 a 621 $^{\circ}\text{C}$. La cantidad de tiempo que pasa el DDGS en el secado también va a influir sobre el color. En general, mientras mayor sea la temperatura del secador y más tiempo permanezca, más oscuro será. El DDGS de alta calidad tiene un aroma dulce, un olor a quemado es un indicador que han sido sobrecalentados en su procesamiento (USGC, 2012).

La lisina es el primer aminoácido limitante en las dietas de aves, debido a su susceptibilidad al daño por calor durante el proceso de secado, la digestibilidad de la lisina será una limitante en el uso de DDGS. En promedio la digestibilidad de la lisina es superior al 70%; pero el DDGS ha mostrado baja digestibilidad variando entre 40 y 65%; así un nivel de inclusión del 20% de DDGS se traduciría en una diferencia de 6% de lisina en la dieta (Noll, Parsons y Dozie, 2007). Durante el proceso de secado parte de la proteína se degrada por calentamiento por lo cual la proteína del DDGS, es de tipo by-pass (47 a 63%).

Andino, Castillo, Gernat y Murillo (2006), consideran que la creciente demanda de carne de pollo y el alto precio de la alimentación, han obligado a los productores a utilizar subproductos de la industria y mejorar la disponibilidad de los nutrientes del alimento. Debido al aumento de producción de etanol, el DDGS constituye una alternativa de fuente de proteína y energía para la alimentación de aves. El DDGS, representan una gran oportunidad para reducir costos de alimentación de la producción animal, existen estudios sobre el uso de niveles de inclusión de DDGS ampliamente adoptados: 20% cerdos, 10% aves, 15% ganado lechero, 20% ganado de carne (Campbell, 2011).

Cortes, Esparza, Sanabria, Miguel, Ornelas y Ávila (2010), estudiaron el comportamiento productivo en pollos Ross de 1 a 49 días de edad con dietas con DDGS, los resultados indicaron que la inclusión del 7% de DDGS, no afectó el comportamiento productivo y de la canal en pollos de engorde.

El USGC (2012), menciona que los niveles de inclusión recomendados de DDGS son del 10% para pollos de carne y de 15% para ponedoras. Se pueden usar niveles más altos de DDGS con éxito, si se hacen los ajustes adecuados de formulación de la dieta en cuanto a energía y aminoácidos. Cuando se formulan dietas con DDGS, deben usarse los valores de aminoácidos digestibles, especialmente de lisina, metionina, cistina y treonina. Las dietas también deben formularse mediante el establecimiento de niveles mínimos aceptables de triptófano y arginina, debido a la segunda naturaleza limitante de estos aminoácidos en la proteína de los DDGS (Noll *et al.*, 2004; Waldroup *et al.*, 1981).

b. El frijol

Los estudios arqueológicos indican que el fríjol común (*Paseolus vulgaris*), es originario del continente americano, se han encontrado evidencias con antigüedad de 5000 a 8000 años, en

algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú, hay indicios que apuntan a México como su lugar de origen. Sin embargo, en Perú también se han encontrado prototipos de las especies silvestres de los cinco grupos de frijoles más cultivados en Sudamérica (Ñañez, 2012).

Muñoz (2010), indica que los frijoles del género *Phaseolus* son originarios de América, donde se domesticaron hace más de 7000 años. En ese proceso, el frijol se convirtió en uno de los cultivos básicos junto con el maíz, el alimento básico de México y además de su importante contenido de carbohidratos y minerales, se considera la principal fuente de proteínas vegetales en la dieta. Hoy en día se cultivan en México principalmente las especies *P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus* y *P. acutifolius*. Eso sin contar las decenas de especies silvestres que ni siquiera han sido clasificadas. Las variedades de frijol, adaptan a climas tropicales y templados en diversas altitudes, entre los 50 a los 2300 msnm. Una ventaja adicional es que crece casi en todos los tipos de suelo.

Dentro de las leguminosas de grano, el frijol es la especie más importante para el consumo humano, se cultiva en 129 países. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina. El contenido de proteína es de 24%, varía de acuerdo al genotipo; además, el frijol es rico en hierro y es una buena fuente de fibra (Ñañez, 2012).

- **Producción de frijol en el Perú**

El fríjol es un componente esencial en la dieta de los peruanos, por su alto contenido de proteínas de bajo costo. Desde el punto de vista social, genera ingresos, al emplear gran cantidad de mano de obra para su cultivo y cosecha. En el Perú se cultivan muchas variedades de fríjol; los de crecimiento indeterminado o tipo enredadera, y los de crecimiento tipo arbustivos. Las modalidades de siembras también varían de acuerdo a los diferentes sistemas y zonas de producción. Se siembra en monocultivos en climas desde fríos a cálidos o intercalado con otras especies como el maíz. El 93% del área de siembra del fríjol está en la zona Andina. Aun cuando el fríjol se siembra en muchas regiones del país, la mayor producción se concentra en 5 regiones que contribuyen con las dos terceras partes de la producción, debido a las condiciones de suelo y clima El país no es autosuficiente e importa anualmente desde 20000 a 50000 ton, de India, Brasil, China y Estados Unidos.

El frijol tepari (*P. acutifolius*) tiene una distribución en las partes áridas del suroeste de Estados Unidos y noroeste de México hasta Guatemala, donde fue apreciado por los pueblos autóctonos por su alta tolerancia a sequía y actualmente está siendo remplazado por el frijol común. El frijol tepari (*P. acutifolius*), es una especie de frijol nativa con crecimiento de enredadera, domesticada en la época pre hispánica por los pueblos americanos que ocuparon la región. Este cultivo fue uno de los pocos originarios en la región y constituyó parte importante en la dieta de los indígenas. Este frijol, es más resistente a los climas secos que el frijol común (*P. vulgaris*), se ha adaptado muy bien a condiciones desérticas y semidesérticas (Azurdiá, 2014). En la Tabla 10, se muestra el valor nutricional de frijol común (*P. vulgaris*), con niveles de proteína menor al frijol tepari (*P. acutifolius*).

Tabla 10. Composición nutricional del frijol (*P. vulgaris*), por 100 g de porción comestible

Componente	Valor	Unidad
PROXIMALES		
Energía total	1028 (247)	kJ (kcal)
Grasa, total (lípidos totales)	0.83	g
Proteína, total	23.58	g
Agua (humedad)	11.77	g
HIDRATOS DE CARBONO		
Fibra, dietética total	24.90	g
Carbohidratos	35.11	g
GRASAS		
Ácidos grasos, monoinsaturados totales	0.06	g
Ácidos grasos, poliinsaturados totales	0.46	g
Ácidos grasos saturados totales	0.12	g
VITAMINAS		
Vitamina E equivalentes de alfa tocoferol	0.22	mg
Folato, total	394.00	µg
Equivalentes de niacina, totales	6.75	mg
Riboflavina	0.22	mg
Tiamina	0.53	mg
Vitamina b-6, total	0.40	mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	4.50	mg
MINERALES		
Calcio	143.00	mg
Hierro, total	8.20	mg
Potasio	1406.00	mg
Magnesio	140.00	mg
Sodio	24.00	mg
Fósforo	407.00	mg
Ioduro	2.00	µg
Selenio total	3.20	µg
Zinc (cinc)	2.79	mg

Fuente: Base de datos de composición española de alimentos. Flour (2010) Muñoz, *et al.*, (2002).

El frijol tepari (*P. acutifolios*), en el Perú crece casi de manera silvestre, los requerimientos de humedad para su cultivo son bajos, e incluso puede crecer en regiones donde el promedio de precipitación anual es menor a los 400 mm (MINAG, 2012a). La producción de frijol registrada en la Región Amazonas, muestra una tasa de crecimiento anual de 13.72%, alcanzado al año 2012 una producción de 5484 ton. El frijol tepari (*P. acutifolios*) alcanza niveles superiores en el valor nutritivo que el frijol común (*P. vulgaris*), con niveles mayores en proteína, fibra digestible neutra, grasa y buena fuente de aminoácidos esenciales como la lisina, tal como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Valores nutricionales de harina de frijol tepari (*Phaseolus acutifolios*)

Valores nutricionales	Harina de frijol
Materia seca	90.91
Humedad	9.10
Energía metabolizable (Kcal para aves)	2606.00
Proteína cruda	29.00
Grasa cruda	1.40
Fibra cruda	2.00
Fibra detergente neutra (FDN)	27.00
Fibra detergente ácido (FDA)	20.60
Calcio	0.10
Fosforo total	0.50
Fósforo disponible	0.40
Calcio/fosforo total	0.30
Sodio	0.00
Potasio	0.00
Balance electrolítico mEq/kg	3,74
Arginina	2.00
Lisina	1.70
Metionina	0.40
Metionina + Cistina	0.40
Treonina	1.17

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos de la UNTRM (2016).

- Agentes antinutricionales de las leguminosas

Un agente antinutricional es una sustancia presente en el alimento que tiene la capacidad de interferir con un nutrimento, disminuyendo su biodisponibilidad y a largo plazo (toxicidad crónica) es capaz de producir una anomalía fisiológica y/o anatómica, que en la mayoría de los casos es irreversible (Centurión, Espinosa y Gómez, 2011). Tacón (2001) citado por Pérez (2011), menciona que normalmente las leguminosas son buena fuente de proteína con un alto contenido en lisina y pobres en aminoácidos azufrados y con factores antinutricionales, por ello el valor nutricional de ciertas leguminosas, es mucho menor del

que se podría esperar en relación con su composición química. La presencia de factores antinutricionales reduce la disponibilidad biológica y la digestibilidad de nutrientes. Muchos de estos los factores, pueden ser inactivados mediante una aplicación de tratamientos tecnológicos. En la industria, se han empleado varios métodos de procesado (molienda, granulación, extrusión, expansión, etc.) para optimizar el valor alimenticio de las diferentes fuentes nutricionales (Pérez, 2011).

La inactivación de los factores antinutricionales se ha hecho con remojo previo de la semilla y posterior calentamiento, para potenciar el uso de las leguminosas en alimentación animal. Los inhibidores de las proteasas son los que por su termolabilidad están más expuestos a ser inactivados. Los inhibidores de la tripsina pueden ser inactivados por la extrusión, procesado al vapor o la granulación. Tacon (2001) citado por Pérez (2011), demuestran que los inhibidores de la tripsina y quimo tripsina son estables a temperaturas por debajo de los 80 °C. Brenes *et al.* (2003), indica que la extrusión es difícil aplicar a leguminosas por su bajo contenido en lípidos, los cual se comportan como lubricante en el caso de la soya, por lo que es necesario añadir agua o vapor a estas semillas antes de ser extrusionadas (Pérez, 2011).

- **Uso del frijol en alimentación de aves**

Trompiz, Ventura, Esparza, Alvarado, Betancourt y Morales (2002), evaluaron el efecto de sustitución parcial de alimento balanceado por harina de fríjol (*V. unguiculata*), en la alimentación de pollos, el análisis de la varianza no detectó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos sobre GDP, GTP e ICA, los resultados permiten recomendar hasta 16% de sustitución del alimento balanceado por harina de frijol. Así mismo Ferreira (2000) y Encalada (2002), en la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias para pollos de engorde, evaluaron el efecto del remojo, tostado y molido del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en raciones para pollos, concluyeron que niveles de 20% con la suplementación con Vitamina B6, afectó negativamente la productividad.

Miranda, Reyes, Muñoz, Higuera, Arzalluz y Urdaneta (2006), recomiendan utilizar niveles de inclusión de 5 a 10% la harina de frijol (*V. unguiculata*) en las dietas balanceadas para pollos de engorde durante la fase de crecimiento (hasta 21 días de edad). Trompiz (2002) por su lado recomienda hasta 16% de sustitución parcial del alimento balanceado por harina de frijol (*V. unguiculata*) en raciones para pollos desde 22 hasta 42 días de edad, sin afectar los índices productivos.

2.3. Definición de términos

- **Ácido graso**

Ácidos orgánicos que se combinan con el glicerol para formar grasas (FAO, 2015).

- **Aditivo**

Ingrediente o combinación de ingredientes añadidos a la mezcla base del alimento, para satisfacer una necesidad específica. Normalmente se utiliza en microcantidades y requiere un mezclado cuidadosos (AAFCO, 2000). Sustancia de carácter natural o sintético que se incorpora a los alimentos en pequeña cantidad para mantener, mejorar o conservar las características propias del alimento (FAO, 2015).

- **Alimentación**

Proceso consciente y voluntario que consiste en el acto de ingerir alimentos para satisfacer la necesidad de comer (FAO, 2015).

- **Alimento completo**

Alimento que aporta la nutrición adecuada destinada a animales (no al hombre). Por su fórmula específica, está preparado para ser consumido como única ración y es capaz de mantener con vida y/o promover la producción sin que sea necesario proporcionar ninguna sustancia adicional, excepto agua (AAFCO, 2000).

- **Alimento con medicación**

Alimento que contiene ingredientes medicinales, concebido o presentado para la cura, tratamiento o prevención de enfermedades animales o para influir sobre la estructura o cualquier función del cuerpo de éstos (AAFCO, 2000).

- **Alimento según fórmula**

Alimento que resulta de la combinación de dos o más ingredientes, mezclados y procesados según determinadas especificaciones (AAFCO, 2000).

- **Alimento**

Sustancia comestible por los animales que aportan energía y/o nutrientes a su dieta. Se usa normalmente para referirse al consumo animal (AAFCO, 2000). Producto natural o elaborado susceptible de ser ingerido y digerido, cuyas características lo hacen apto y agradable al consumo, constituido por una mezcla de nutrientes que cumplen determinadas funciones en el organismo (FAO, 2015).

- Aminoácido

Compuesto orgánico que constituye la molécula de proteína. Existen aminoácidos esenciales y no esenciales. Los esenciales deben ser aportados necesariamente por la alimentación diaria, los no esenciales son sintetizados en el organismo (FAO, 2015).

- Aves bb

Aves de un día de nacidos hasta aproximadamente 3 días, dentro de ellas están: pollos bb de engorde, pollas bb de postura, pavos bb de engorde, pollos bb reproductores, pollos bb reproductores abuelos de engorde, pollos bb reproductores padres de postura, pavos bb reproductores, pollos bb cruzados y patos bb de engorde (MINAGRI, 2015).

- Bandejas de alimento

Son los comederos que se utiliza 1 por cada 100 pollos bb, son de fácil acceso y no permiten desperdicio, se cambian a la siguiente semana por los comederos para pollo de engorde o tubulares (Ojeda, 2012).

- Bebederos automáticos

Se utiliza un bebedero automático por cada 80 pollos, existen dos variedades (válvula y de pistola), los cuales facilitan el manejo, evitando ingresar al galpón y permiten proporcionar en forma permanente agua fresca y disponible, se utilizan a partir de la segunda semana de edad (Ojeda, 2012).

- Bebederos manuales

Se utilizan durante los primeros 7 a 15 días, la capacidad es de 50 pollitos por cada bebedero, para pollos de mayor edad se puede poner 1 bebedero por cada 25 pollos hasta el final del proceso de engorde (Ojeda, 2012).

- Biodisponible

Es la proporción de un nutriente en un alimento, que es digerido absorbido y utilizado por el organismo. La absorción y utilización aumenta en los organismos que presentan un déficit de nutrientes (FAO, 2015).

- Carcasa, carne o canal

Parte muscular constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto incluyendo el tejido adiposo del animal beneficiado desprovisto de las vísceras, patas, cabeza (MINAGRI, 2013).

- Cocción al vapor

Proceso de someter los ingredientes al vapor para alterar sus propiedades físicas y/o químicas (AAFCO, 2000).

- Cocido, cocción

Calentar, en presencia de humedad, para alterar las características químicas y/o físicas de un elemento o para esterilizarlo (AAFCO, 2000).

- Comederos tubulares

Se encuentran de plástico y aluminio su capacidad es de 10 a 12 kg, se recomienda a partir de la segunda semana de edad, en clima cálido 35 aves y en clima frío 40 aves por comedero (Ojeda, 2012).

- Concentrado

Alimento combinado para mejorar el balance nutritivo y que será posteriormente diluido y mezclado para producir un suplemento o un alimento completo (AAFCO, 2000).

- Consumo de alimento

Cantidad de alimento que consume el animal en un determinado tiempo.

- DDGS

Los granos secos de destilería deshidratados con solubles, son subproductos que se obtienen mediante secado de los residuos del proceso de obtención del etanol como biocombustible, donde los insumos son los cereales (Campbell, 2011; Vásquez *et al.*, 2013).

- Desmenuzado, desmenuzamiento

Proceso de reducir a forma granular (AAFCO, 2000).

- Dieta

Ingredientes o mezcla de ingredientes alimentarios, incluyendo agua, que son consumidos por los animales (AAFCO, 2000). Mezcla de alimentos sólidos y líquidos que un individuo o grupo consume, su composición depende de la disponibilidad de los alimentos, costo, hábitos alimenticios y el valor nutricional de los alimentos (FAO, 2015).

- Digestión

Proceso mediante el cual los nutrientes de los alimentos se convierten en elemento sencillos que pueden ser absorbidos y utilizados por el organismo (FAO, 2015).

- Diluyente

Sustancia comestible que se mezcla con el fin aumentar la cantidad de concentrados y/o aditivos, para hacerlos más aceptables por los animales, más seguros de usar y más fácil de mezclarlos uniformemente. También puede actuar como vehículo (AAFCO, 2000).

- Disponibilidad per cápita

Indicador que mide la disponibilidad de un producto por habitante en un periodo determinado (MINAGRI, 2015).

- Energía

La energía alimentaria proviene fundamentalmente de la oxidación de los hidratos de carbono, grasas y en menor proporción de las proteínas. La energía proveniente de los alimentos se expresa en kilocalorías (kcal) (FAO, 2015).

- Estirpe

Es un conjunto de animales de la misma raza que se reproducen generación tras generación, son un número de individuos suficientemente grande como para que la consanguinidad no sea muy elevada (MINAGRI, 2013). Población cerrada de animales de una raza obtenida por cruzamiento. Se diferencia de otras estirpes de la misma raza en las características morfológicas y/o productivas (Guía de avicultura, 2012).

- Extruido, extrusión

Proceso de ejercer presión para comprimir el alimento y extraer líquidos a través de orificios (AAFCO, 2000).

- Faenado

Proceso ordenado para el sacrificio de aves, con el objeto de obtener carne en condiciones óptimas para el consumo humano (MINAGRI, 2015).

- Fase de crecimiento

Comprende desde los 15 a 28 días de edad, caracterizado por crecimiento de los pollos, requieren niveles de proteína y energía adecuados para lograr el óptimo desarrollo (Manual, Cobb - 500).

- Fase de engorde

Esta fase dura de los 29 a 43 días de edad, en esta etapa los pollos, completan el crecimiento y mejoran la performance en peso y nivel de calidad de carne (Manual, Cobb - 500).

- Fase de inicio

Corresponde a los primeros 14 días de edad e incluye una serie procedimientos preestablecidos, con raciones densas y niveles altos de proteína (Manual, Cobb - 500).

- Fecha de producción

Fecha en la cual el alimento se convierte en el producto tal como ha sido concebido (FAO/OMS, 1999).

- Filtrado

Proceso de pasaje de materiales a través de un filtro metálico para separarlos en partículas, de diferentes tamaños según el filtro utilizado, para obtener partículas más finas se emplea un tamiz (AAFCO, 2000).

- Formulación de raciones

Preparación de mezcla de insumos, considerando para ello los requerimientos nutricionales de las aves y los aportes nutritivos del alimento, existen varios métodos: ecuaciones, prueba y error, Pearson, programación lineal, Mixit-2 y programas modernos como el Dapp-Nutrition (Hidalgo, 2008).

- Frijol tepari

Frijol (*Phaseolus acutifolius*), llamado también “de toda la vida”, leguminosas de origen Latinoamericano, pero actualmente se cultiva en todo el mundo, tiene crecimiento continuo en forma de enredadera y crece en muchos ecosistemas y naturalmente sin necesidad de labores culturales (Muñoz, 2010).

- Ganancia diaria de peso

Se realiza pesadas semanales, se calcula: $GDP = (\text{Peso final} - \text{peso inicial})/7 \text{ días}$, de cada ave durante las fases de inicio, crecimiento y engorde (Trompax, 2002).

- Ganancia de peso total

La ganancia total de peso (GTP) es la diferencia del peso final menos peso inicial (Trompax, 2002).

- Gelatinizado, gelatinización

Proceso de fracturar completamente los gránulos de almidón mediante una combinación de humedad, calor y presión, en algunos casos mediante un cortador mecánico (AAFCO, 2000).

- Granja avícola

Son unidades especializadas de producción dedicada a la crianza intensiva de aves, que cuentan con un mínimo de 100 m² en el área del galpón (MINAGRI, 2013).

- Grasas insaturadas

Son lípidos formados por ácidos grasos en cuya cadena algunos átomos de carbono llevan unido sólo un átomo de hidrógeno. Según el número de átomos de carbono insaturados, se dice que el ácido graso es monoinsaturado (un doble enlace) o polinsaturado (dos o más enlaces). Se encuentra principalmente en los aceites vegetales y son líquidos a la temperatura ambiente (FAO, 2015).

- Grasas saturadas

Son lípidos formados por cadenas de átomos de carbono unidos por dos átomos de hidrógeno; es decir, no presentan dobles enlaces. Se encuentran generalmente en los alimentos de origen animal y son sólidos a la temperatura ambiente (FAO, 2015).

- Harina de pescado

Insumo alimenticio, seco y molido de pescado entero o en trozos, no descompuesto, con o sin todo su aceite. No debe contener más del 10% de humedad. Si contiene más del 3% de sal, la cantidad debe figurar en la etiqueta, sin exceder en ningún caso el 7% (AAFCO, 2000).

- Harina

Ingrediente que ha sido desmenuzado o reducido de alguna otra manera el tamaño de partículas (AAFCO, 2000).

- Híbrido

Ave fruto del cruzamiento de dos individuos obtenidos por consanguinidad durante varias generaciones. Ejemplo: broilers, gallinas de postura (Guía de avicultura, 2012).

- Importación

Se refiere al ingreso de productos al territorio nacional, los cuales son provenientes de otros países del mundo; las cuales fueron registradas por la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT) y publicadas en su página web (MINAGRI, 2015).

- Índice de conversión alimenticia

El Índice de conversión alimenticia (ICA), es la cantidad de alimento que consume los pollos para ganar unidades de peso en kg (Moreno, 2006).

- Índice

Coefficiente que sirve de base de comparación de una serie entre determinados periodos (MINAGRI, 2013).

- Índice económico relativo

El índice relativo económico (IRE), es un indicador que estima el costo total de alimentación durante el ensayo y se determina mediante la diferencia del ingresos - costos, donde Ingreso = Ganancia total de peso X valor de carne en pie o faenado, y Costo = Consumo promedio de la ración X Valor de la misma (Trompox, 2002).

- Ingrediente alimentario

Uno de los componentes o el constituyente principal de cualquier mezcla o combinación que constituye un alimento comercial (AAFCO, 2000).

- Ingrediente

Sustancias, incluidos los aditivos, que se emplean en la fabricación de un alimento y están presentes en el producto final (FAO, 2015).

- Criadoras

Estas pueden ser de gas, petróleo o eléctricas, aseguran un ambiente favorable para que el pollo coma y que el alimento se transforme en carne y no se pierda en la producción de calor corporal. Existen criadoras para 500, 1000 o más pollos bb (Renteria, 2007).

- Línea

Población cerrada de animales obtenida por cruces muy concretos dentro de un tronco familiar. Número de animales reducido, con consanguinidad elevada (Guía de avicultura, 2012; MINAGRI, 2013).

- Manejo de galpón

Un conjunto de procedimientos rigurosos, basados en protocolos establecidos, que inicia desde el trasladados y recepción del pollo bb en el galpón, dado por el control sanitario, nutricional y medioambiental (Rentería, 2007).

- Mérito económico

El mérito económico (ME), mide el nivel de rentabilidad de la actividad, y puede costearse sobre los costos variables, fijos, costos totales; o también puede calcularse en forma parcial según el objetivo que se dese medir (Moreno, 2006).

- Microingredientes

Vitaminas, minerales, medicinas y otras sustancias que normalmente se utilizan en pequeñas cantidades y se miden en mg, µg o partes por millón (ppm) (AAFCO, 2000).

- Molido, molienda

Proceso de reducir el tamaño de las partículas por impacto, corte o fricción (AAFCO, 2000).

- Mortalidad

Número de animales muertos, en un periodo dado, con relación al número total de animales (MINAGRI, 2013).

- Nutrición

Proceso involuntario, autónomo, de la utilización de los nutrientes en el organismo para convertirse en energía y cumplir sus funciones vitales (FAO, 2015).

- Nutriente esencial

Nutriente que no puede ser producido por el organismo y debe ser aportado por la alimentación (FAO, 2015).

- Nutriente

Sustancias químicas contenidas en los alimentos que se necesitan para el funcionamiento normal del organismo. Los principales nutrientes son: proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, vitaminas y agua (FAO, 2015).

- Oferta

Se define a la cantidad de un producto disponible en nuestro país, en un periodo determinado. La oferta se estima en base a la producción nacional, más las importaciones, menos las exportaciones (MINAGRI, 2015).

- Peso vivo

El peso vivo (PV) es el peso del animal en pie, como su nombre lo indica.

- Pollo bb para engorde

Pollos de un día de nacido ya sean machos o hembras (MINAGRI, 2013).

- Pollo de carne o broiler

Aves de ambos sexos, que tienen como características principales una elevada velocidad de crecimiento y la formación de unas notables masas musculares, principalmente en el pecho

y los muslos. La rapidez de ganancia de peso de alrededor de 5 - 7 semanas, ha convertido al broiler en la base principal de carne de consumo (Guía de avicultura, 2012).

- Pollos bb Cobb - 500

Pollos recién nacidos y que son comercializados a partir de un día de edad. Línea para la producción exclusiva de carne, sus características son la alta velocidad de crecimiento y eficiencia en la conversión alimenticia, es la línea más distribuida en el mundo (Manual Cobb - 500).

- Pollos de engorde

Aves de engorde de más de un día de nacidos, de acuerdo al periodo de crianza los pollos de engorde pueden ser pollo bb para engorde, de tipo parrilla o bodega (MINAGRI, 2013).

- Premezcla

Mezcla uniforme de uno o más micro ingredientes con un diluyente y/o un vehículo. Las premezclas son utilizadas para facilitar la dispersión uniforme de los ingredientes en una mezcla mayor (AAFCO, 2000).

- Premezclado

Proceso de mezclar en primer término los ingredientes con diluyentes y/o vehículos (AAFCO, 2000).

- Principios nutritivos

MS = materia seca; PC = proteína cruda; Cen = cenizas; EE = extracto etéreo; FC = fibra cruda; ELN = extracto libre de nitrógeno; NDT = nutrientes digeribles totales (Trompax, 2002).

- Producción de aves en pie

Se refiere al número de aves vivas que tienen el tamaño y peso requerido para ser comercializadas o faenadas (MINAGRI, 2015).

- Programa de alimentación

Serie organizada de actividades encaminadas a la consecución de objetivos y metas orientadas a proporcionar a la población beneficiaria una alimentación que permita satisfacer parcial o totalmente sus necesidades de energía y nutrientes (FAO, 2015).

- Proteínas

Nutrientes esenciales para la construcción y reparación de los tejidos del organismo y el desarrollo de defensas contra enfermedades. Están formadas por aminoácidos esenciales y no esenciales, las proteínas también proporcionan energía al organismo (FAO, 2015).

- Ración

Alimento suministrado a un animal durante un periodo de 24 horas (MINAGRI, 2013).

- Raza

Grupo de animales de la misma especie que se diferencian por ciertas características comunes: morfología, producción, comportamiento (Guía de avicultura, 2012).

- Saca

Se denomina “saca” a la acción que el productor saca animales y puede ser destinado para consumo o para reproducción (MINAGRI, 2013).

- Suplemento

Alimento usado en combinación con otro para mejorar el balance nutricional o el resultado de esa mezcla para: i) utilizar sin diluir, como suplemento de otro alimento; ii) ofrecerlo separadamente y a libre elección como parte de la ración disponible o iii) diluirlo y mezclarlo con otros para conformar un alimento completo (AAFCO, 2000).

- Tamizado, tamizar

Proceso de separar un material pasándolo a través de tamices hasta obtener partículas de tamaños variados (AAFCO, 2000).

- Termómetro

Importante en las primeras semanas para controlar la temperatura, debe colocarse en el centro del galpón a unos 60 cm del suelo (Rentería, 2007).

- Tratamiento térmico

Proceso de someter sustancias a un método de preparación que comporta el uso de elevadas temperaturas, con o sin presión (AAFCO, 2000).

- Variedad

Grupo de animales de una raza que presentan alguna variante, en avicultura se trata casi siempre de variantes en el color (Guía de avicultura, 2012)

- Vitaminas hidrosolubles

Vitaminas solubles en agua: vitaminas del complejo B y C (FAO, 2015).

- Vitaminas liposolubles

Vitaminas solubles en lípidos: Vitaminas A, D, E y K (FAO, 2015)

- Vitaminas

Nutrientes esenciales en diversos procesos, como la conversión de los alimentos en energía, crecimiento, reparación de tejidos y la defensa contra las enfermedades. Se necesitan en cantidades pequeñas que normalmente se cubren con una alimentación variada (FAO, 2015).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general o de investigación

La inclusión de granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) o frijol (*Phaseolus acutifolius*) influyen significativamente en los índices productivos de pollos de carne línea Cobb - 500.

2.5. Determinación de variables

2.5. 1. Operacionalización de las variables

a. Variable independiente: Raciones alimenticias

Raciones alimenticias con granos secos destilería deshidratados con solubles (DDGS) con niveles de inclusión de 10, 15, 20 y 25% y harina de frijol (HF) con niveles de inclusión de 5, 10, 15 y 20%, durante la fase de crecimiento y engorde de pollos de carne línea Cobb - 500.

b. Variables dependientes: Índices productivos (IP)

Índices productivos de pollos de carne línea Cobb - 500: consumo de alimento (CA), ganancia de peso vivo semanal (GPS), peso final (PF), índice de conversión alimenticia (ICA), rendimiento de carcasa (RC), calidad de carcasa (CC) y mérito económico (ME).

2.5. 2. Tratamientos de la investigación

Tabla 12. Niveles de inclusión de DDGS y HF (harina de frijol)

Variable independiente	Niveles de inclusión (%)	Tratamientos	Variable dependiente (Índices productivos)
Testigo	0	T0	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
DDGS	10	T1	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
	15	T2	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
	20	T3	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
	25	T4	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
	5	T5	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
HF	10	T6	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
	15	T7	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME
	20	T8	CA, GP, PF, ICA, RC, CC, ME

Donde:

CA = Consumo de alimento.

GP = Ganancia de peso.

PF = Peso final.

ICA = Índice de conversión alimenticia.

RC = Rendimiento de carcasa.

CC = Calidad de carcasa.

ME = Mérito económico

IRE = Índice Relativo económico.

T0 = Testigo.

T1 = 10% de DDGS.

T2 = 15% de DDGS.

T3 = 20% de DDGS.

T4 = 25% de DDGS.

T5 = 5% de HF.

T6 = 10% de HF.

T7 = 15% de HF.

T8 = 20% de HF

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización

3.1.1. Localización territorial

Región : Amazonas
Provincia : Chachapoyas
Distrito : Chachapoyas

Mapa de localización

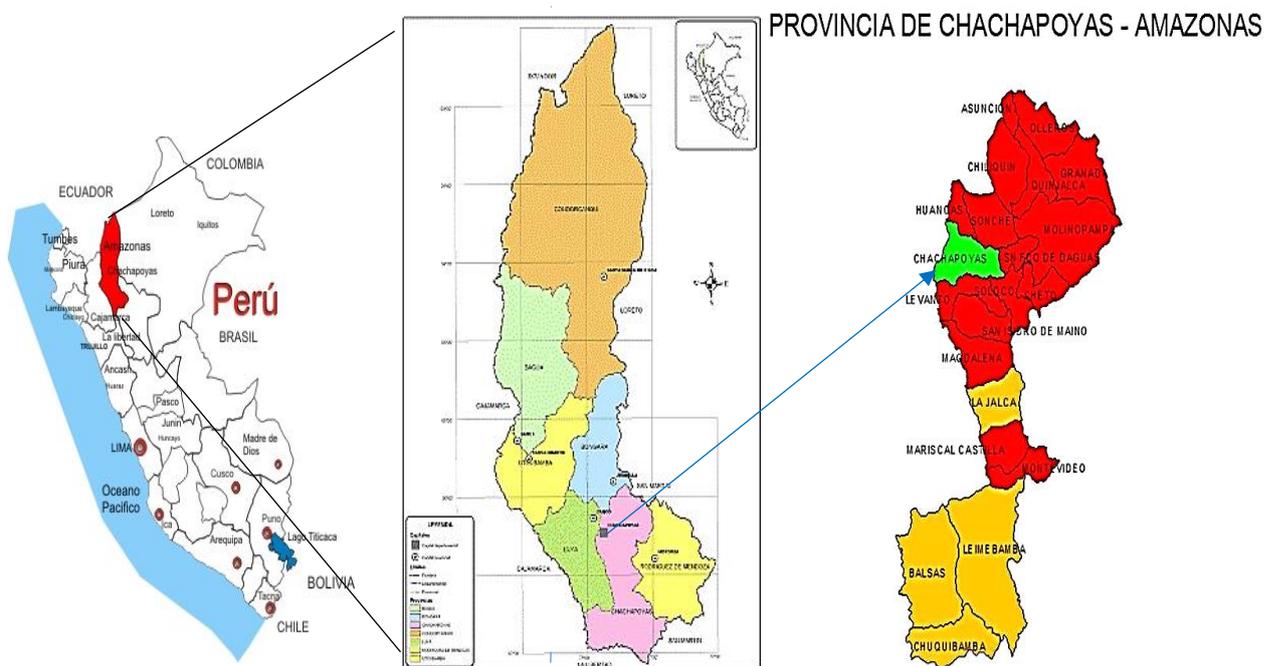


Figura 4. Mapa de localización de Chachapoyas en la región Amazonas (<https://www.google.com.pe/search?q=mapa+distrital+de+chachapoyas>)

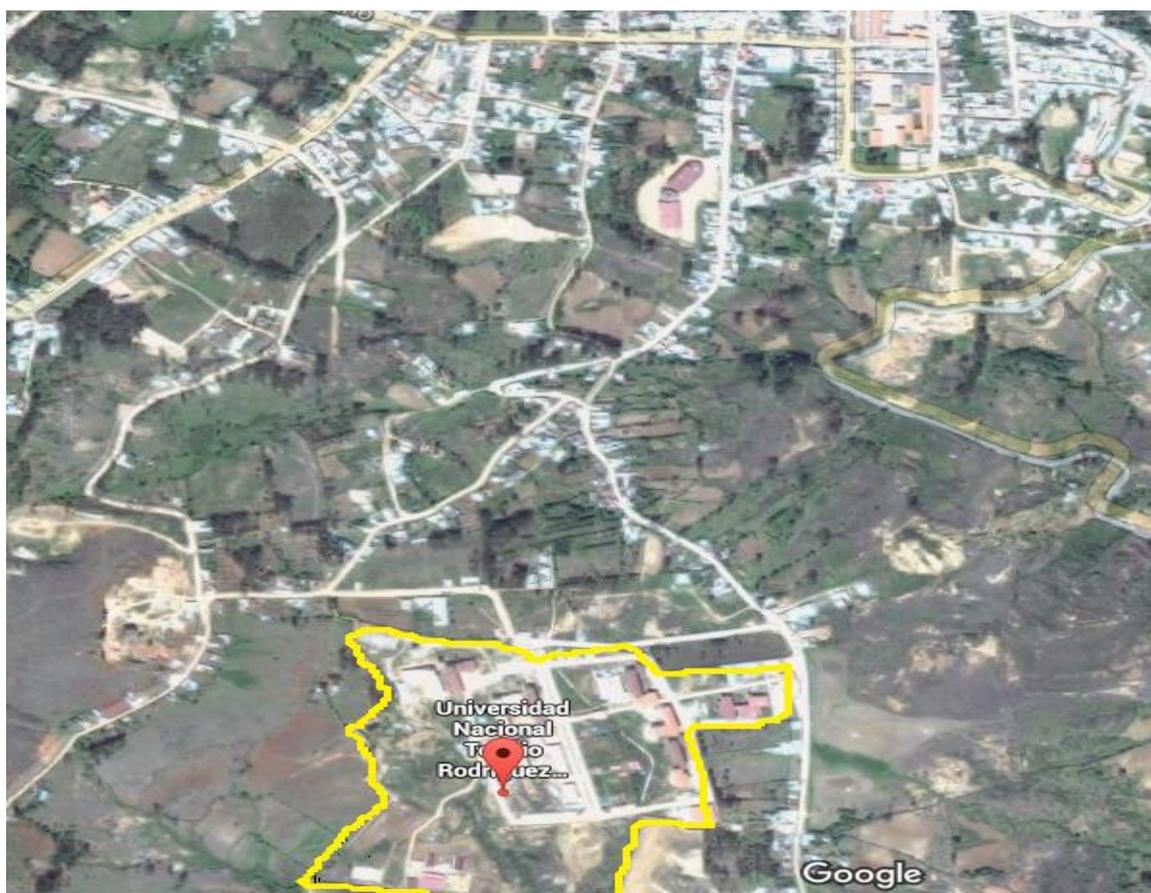


Figura 5. Mapa de ubicación del módulo de aves en la E. E. Chachapoyas de la UNTRM (Imagen Satelital, 2016), disponible en www.viasatelital.com/mapas/chachapoyas.htm

3.1.2. Ubicación geográfica y características climáticas

La Investigación fue conducida en las instalaciones del módulo de investigación de aves de la Estación Experimental Chachapoyas y en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ubicado en el Barrio Higos Urco, a 1.75 km de la ciudad de Chachapoyas capital de la Región Amazonas. Con un clima templado, lluvioso con amplitud térmica moderada. Las características según la Estación Meteorológica de la UNTRM son:

Coordenadas Latitud Sur	: 6° 13' 00"
Coordenadas de Longitud Oeste	: 77° 51' 00"
Altitud	: 2339 msnm
Temperatura máxima promedio	: 19.8 °C
Temperatura mínima promedio	: 9.2 °C

Temperatura promedio	: 15 °C
Humedad relativa anual promedio	: 85%
Precipitación promedio anual	: 778 mm
Clima	: Templado - frio
Regiones Naturales	: Quechua alta

3.2. Duración de la investigación

La investigación, durante la fase campo tuvo una duración de 38 días, entre los meses de junio y julio del 2016; continuándose posteriormente con el procesamiento de datos, obtención de resultados y elaboración del informe final.

3.3. Materiales y equipos

Los principales equipos de laboratorio usados en el trabajo de investigación fueron:

Equipos de laboratorio

- Estufas Ecocell - USA .
- Espectrofotómetro de infrarrojo cercano NIRS.
- Balanza de 100 kg de capacidad.
- Balanza digital de precisión de 5 kg de capacidad.
- Horno mufla.
- Molino de mano.
- Instrumentos de Laboratorio.
- Crisoles para secado de muestras.
- Celdas de muestras para equipo NIRS.
- Espátula de metal.
- Termómetro.
- Tabla de picar.
- Cuchillos.
- Bandejas de aluminio.
- Rejillas de aluminio.
- Gas propano.
- Baldes.

3.4. Población y muestra

Inicialmente, se adquirió 600 pollos bb machos de la línea de carne Cobb - 500 de un día de nacido los mismos que fueron recepcionados y manejados en la etapa pre experimental, según las necesidades requeridas hasta los 15 días de edad. Se realizó un muestreo aleatorio no probabilístico y seleccionaron 468 pollos los que ingresaron a la fase experimental.

3.5. Metodología de Investigación

3.5.1. Etapas de Investigación

a. Etapa Pre experimental

Comprendió desde la recepción de los pollos bb con un día de nacidos, hasta los 14 días de edad. Abarcó las fases de pre inicio (1 - 7 días) e inicio (8 - 14 días), estas fueron conducidas, bajo estrictas condiciones de manejo, sanidad y alimentación. En esta fase la alimentación fue a base de ración estándar, con niveles de 3020 kcal EM/kg y 22% de proteína.

En esta fase se realizaron actividades de vacunación a través de la aplicación de la vacuna triple contra (gumboro, newcastle y bronquitis). A los 7 días de edad se colocó la vacuna vía nasal (oleosa), mediante el uso de un gotero. También durante la primera semana suministró coccidiostato (Sulfa K en el agua) y antibiótico (Cloranfenicol), con la finalidad de prevenir enfermedades respiratorias. A los 18 días de edad, se realizó la vacunación de reforzamiento contra newcastle en el agua de bebida.

Se tuvo especial cuidado en el manejo de la temperatura inicial de 32 - 33 °C, esta fue disminuyéndose a razón de 2 °C cada tres días; verificando la altura correcta de la fuente de calor, además en base al comportamiento de los pollitos durante el consumo de alimento, bebida, descanso y socialización, jadeo, dispersión y/o amontonamiento en grupos; además se realizaron verificación externa sobre el llenado de buche.

Se controló la humedad relativa del galpón, procurando estabilizarla y mantenerla entre los 70 a 80%, así mismo, debido a las características del módulo, se pudo manejar la ventilación adecuada y controlarla durante todo el periodo de manejo de aves.

Previa a la recepción de los pollos bb, se colocó viruta y papel en el piso, dentro del círculo de manejo, para la absorción de humedad, dilución del material fecal minimizando el contacto de las aves con las excretas y actuar como aislante de protección de las temperaturas frías del piso.

Se tuvo especial cuidado en la verificación permanente que las fuentes de calor; asegurando la disponibilidad de suficiente alimento en los comederos (según las necesidades y varias veces al día), se tuvo que corregir algunas deficiencias en la distribución de los bebederos; inspeccionando sobre todo el grado de humedad de la cama; con rutinas diarias de lavado, desinfección de bebederos y comederos; con inspección y verificación del comportamiento grupal de las aves. En esta etapa, la finalidad fue de asegurar la homogeneidad de los pesos y estado general óptimo de los pollos, para ingresar a la siguiente etapa.

Se manejó la densidad de los pollos en el galpón, donde al inicio con 60 pollos/m², luego fue disminuyendo paulatinamente hasta una densidad de 17 pollos/m² a los 14 días de edad, momento en el cual los pollos fueron seleccionados para ser evaluados en la etapa experimental. Un aspecto fundamental, fue la remoción y cambio de la cama de las áreas humedecidas, así como la limpieza y desinfección permanente dentro y fuera del galpón.

b. Etapa experimental

Productos en evaluación: Estos productos fueron los granos secos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) y harina de frijol (*P. acutifolios*), incorporados en las raciones alimenticias.

Tratamientos: Se tuvieron 9 tratamientos constituidos por 4 niveles de inclusión de DDGS: (T1; 10%, T2: 15%, T3: 20% y T4: 25%); y 4 niveles de inclusión de HF: (T5: 5%, T6: 10%, T7: 15% y T8: 20%), además un grupo testigo (T0); tratamientos que fueron asignados al azar a cada unidad experimental.

Unidad experimental: Constituido por 13 pollitos de 15 días de edad distribuidos en un corralito de 0.80 x 0.80 m con una densidad inicial de 17 pollitos/m² y cuatro repeticiones por tratamiento (52 pollos por tratamiento como cantidad inicial) y al finalizar la investigación a los 38 días de edad, quedando 9 pollos por cada repetición (36 pollos por tratamiento).

Alimento: El alimento fue formulado a base de insumos tradicionales en el caso del tratamiento testigo (T0); y a base de insumos tradicionales y no tradicionales (DDGS y HF) los demás tratamientos anteriormente descritos. Todos los tratamientos alcanzaron niveles nutricionales estándar según la etapa de producción, debido a que se formularon raciones iso- nutricionales.

Fase de crecimiento: Con una duración de 15 días (15 - 28 días de edad); con los niveles de DDGS y HF descritos. El alimento fue formulado y balanceado según los requerimientos nutritivos de los pollos en esta fase: proteína de 19% y energía metabolizable (EM) de 3108 Kcal/kg de alimento.

Fase de engorde: con una duración de 10 días (29 - 38 días de edad); con inclusión de los mismos niveles de DDGS y HF. El alimento fue formulado y balanceado según los requerimientos nutritivos de los pollos en esta fase: proteína de 18% y energía metabolizable (EM) de 3180 Kcal/kg de alimento.

En ambas fases, el alimento y el agua fueron distribuidos todos los días a las 7:00 am y las aves tenían libre acceso a los comederos y bebederos. Se llevó un registro de la cantidad de alimento diario que se suministró a cada unidad experimental; la alimentación fue *ad-libitum* en la forma de harina y el agua limpia y fresca proveniente de cilindros especiales.

Inicialmente se dispuso de 13 pollos por cada unidad experimental y por cada tratamiento se consideró 4 repeticiones. En el transcurso de la evaluación, se fueron excluyendo pollos de cada unidad experimental (los de menor peso), disminuyendo en forma paulatina la cantidad de aves, de tal manera que al finalizar el experimento solamente se tenía 9 pollos por cada repetición, tal como se detalla en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13. Asignación de tratamientos, repeticiones y unidades experimentales al inicio del periodo experimental

		TRATAMIENTOS								Sub Unidades Experimentales
		Fase de crecimiento (15 - 28 días)								
Rep.	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
	0	NIVELES DE DDGS (%)				NIVELES DE HF (%)				
		10	15	20	25	5	10	15	20	
1	13*	13	13	13	13	13	13	13	13	117
2	13	13	13	13	13	13	13	13	14	117
3	13	13	13	13	13	13	13	13	15	117
4	13	13	13	13	13	13	13	13	16	117
Total	52	52	52	52	52	52	52	52	52	468

* Sub unidades experimentales.

Tabla 14. Tratamientos y unidades experimentales al finalizar el periodo experimental

Rep.	TRATAMIENTOS									Sub Unidades Experimentales
	Fase de engorde (29 - 38 días)									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
	0	NIVELES DE DDGS (%)				NIVELES DE HF (%)				
	10	15	20	25	5	10	15	20		
1	9*	9	9	9	9	9	9	9	9	117
2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	117
3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	117
4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	117
Total	52	52	52	52	52	52	52	52	52	468

* Sub unidades experimentales.

c. Técnicas o métodos experimentales y procedimientos

- Obtención de la harina de granos deshidratados destilados con solubles

El DDGS, se ha adquirido de la empresa distribuidora Agrosolución en la localidad de Chachapoyas, que actualmente son ofertados como insumos alimenticios para ganadería lechera en la Región Amazonas. El producto ha sido adquirido en sacos de polietileno en presentación de 50 kg.

Se realizó el análisis bromatológico para determinar el perfil nutricional de los DDGS, para ello se tomó una muestra homogénea de 100 g de este insumo; y se analizó mediante análisis proximal y el equipo NIRS (humedad, extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda, cenizas, almidón, azúcares, FDN, FDA).

- Obtención de la harina de Frijol

El frijol (*P. acutifolius*), fue acopiado directamente de los agricultores de la provincia de Rodríguez de Mendoza, Región Amazonas, material que fue previamente seleccionado según la calidad de grano. El procedimiento para la obtención de harina, se describe en la Tabla 15.

Tabla 15. Pasos para obtención de harina de frijol (HF)

Etapas	Procedimiento
Recepción	El frijol se recibió y pesó en una balanza analítica.
Selección	Retirado las impurezas y según la calidad del grano se ha clasificado el producto.
Pre secado	Se distribuyó de manera uniforme sobre bandejas de aluminio y en estufas Ecocell- USA, se sometió a una temperatura de 100 °C, por 10 horas.
Molienda	Realizado en molino de granos, de manejo manual con una criba de 3 mm
Pesado	Pesado de muestras representativas (100 g) se colocaron en bolsas de cierre hermético, con codificación de su identificación para su posterior análisis bromatológico en laboratorio, por el método proximal y NIRS.

- Formulación de raciones balanceadas

Los pollos, recibieron una alimentación balanceada, la cual fue formulada utilizando un software de formulación de raciones al mínimo costo (Dapp- Nutrition), con niveles nutricionales según los requerimientos en cada etapa, tanto en crecimiento y engorde, ambos comprendidos desde los 15 hasta los 38 días de edad.

Los niveles de inclusión con DDGS y HF, formuladas para las fases crecimiento y engorde con niveles de: Energía metabolizable de 3108 y 3180 Mcal/kg de alimento y con 19 y 18% de proteína respectivamente, además con los niveles adecuados de aminoácidos esenciales según los requerimientos nutritivos del pollo Cobb - 500. Los insumos incluidos en las dietas, se mezclaron homogéneamente según los niveles establecidos en el experimento. Las mezclas de alimentos se efectuaron en tal como ofrecido (TCO), previa conversión según el nivel de humedad de cada producto, tal como se muestran en las Tablas 16 y 17.

Tabla 16. Niveles de inclusión de DDGS y HF en raciones de crecimiento de pollos Cobb - 500

Insumos	Testigo	Niveles de DDGS (14 - 28 días)				Niveles de HF (14 - 28 días)			
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
		(10%)	(15%)	(20%)	(25%)	(5%)	(10%)	(15%)	(20%)
Maíz nacional (%)	69.35	63.59	58.32	54.90	53.41	64.79	62.31	59.70	57.10
Torta de soya (%)	17.35	13.08	12.36	10.31	7.82	11.94	8.87	5.64	2.40
Harina integral de soya (%)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.57	9.41	10.24
DDGS (%)	-	10.00	15.00	20.00	25.00	-	-	-	-
Harina de frijol (%)	-	-	-	-	-	5.00	10.00	15.00	20.00
Harina de pescado (%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Carbonato de Calcio (%)	1.04	1.06	1.06	1.06	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00
Phosbic 18.5 (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Aceite de palma (%)	0.50	0.50	1.44	1.91	0.94	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal común (%)	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31	0.30	0.30	0.31
Lisina HCL (%)	0.24	0.25	0.30	0.30	0.30	0.24	0.24	0.24	0.24
Metionina DL (%)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cloruro de Colina 60% (%)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Proapak 2A pollos (%)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
BMD 11% (%)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Quantum blue poll 100g (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Valor nutritivo									
Energía Metab. aves (Kcal/kg)	3108	3108	3108	3108	3108	3108	3108	3108	3108
Proteína cruda (%)	19.00	19	19	19	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Fibra cruda (%)	2.80	3.24	3.49	3.71	3.84	2.63	2.56	2.50	2.44
Calcio (%)	0.90	0.9	0.9	0.9	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Fosforo disponible (%)	0.45	0.48	0.5	0.52	0.56	0.48	0.50	0.50	0.52
Sodio (%)	0.20	0.2	0.2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Cloro (%)	0.29	0.29	0.3	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28
Arginina digestible en aves (%)	1.00	1.00	1.00	0.99	0.96	1.09	1.09	1.09	1.09
Lisina digestible en aves (%)	1.05	1.3	1.03	1.00	0.95	1.05	1.05	1.05	1.05
Metionina digestible en aves (%)	0.44	0.45	0.46	0.46	0.47	0.44	0.44	0.44	0.44
Metionina + Cistina dig. aves (%)	0.75	0.75	0.77	0.77	0.78	0.73	0.73	0.73	0.73
Treonina digestible en aves (%)	0.64	0.62	0.62	0.82	0.62	0.64	0.64	0.64	0.65
Triptófano digestible en aves (%)	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.19	0.19	0.19	0.19
Valina digestible en aves (%)	0.79	0.71	0.7	0.65	0.61	0.81	0.82	0.83	0.84
Costo S/. kg	1.56	1.62	1.67	1.70	1.73	1.60	1.63	1.66	1.70

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM, 2016.

DDGS: Granos secos de destilería deshidratados con solubles.

HF: Harina de frijol (*P. acutifolius*).

Tabla 17. Niveles de inclusión de DDGS y HF en raciones de engorde de pollos Cobb - 500

Insumos	Testigo	Niveles de DDGS (29 - 49 días)				Niveles de HF (29 - 38 días)			
	T0	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)	T4 (25%)	T5 (5%)	T6 (10%)	T7 (15%)	T8 (20%)
Maíz nacional (%)	60.02	53.46	52.41	46.01	43.49	58.12	56.23	54.33	52.43
Torta soya (%)	16.14	13.94	13.80	13.75	13.46	13.46	10.78	8.10	5.42
DDGS de maíz (%)	-	10.00	15.00	20.00	25.00	-	-	-	-
Harina de frijol (%)	-	-	-	-	-	5.00	10.00	15.00	20.00
Harina Integral Soya Vargas (%)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Subproducto trigo (%)	9.12	8.72	5.00	6.83	5.00	8.65	8.18	7.71	7.24
Aceite de palma (%)	4.00	4.00	3.64	4.00	3.67	1.55	1.59	1.64	1.68
Harina de pescado 65 (%)	1.50	0.56	0.53	0.01	0.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Carbonato de Calcio (%)	0.90	0.91	1.15	0.97	0.98	0.90	0.90	0.90	0.90
Phosbic, 18.5 (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal común (%)	0.28	0.31	0.39	0.33	0.33	0.28	0.28	0.28	0.28
Lisina HCL (%)	0.20	0.25	0.25	0.25	0.24	0.20	0.20	0.20	0.20
Metionina DL (%)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cloruro Colina 60 %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Proapak 2A pollos (%)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Toxibond (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Coccidiostato (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Quantum blue poll 100g (%)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Valor nutritivo									
Energía Metab. Aves Kcal/kg	3180	3180	3180	3180	3180	3180	3180	3180	3180
Proteína cruda (%)	18.00	18.29	18.50	18.50	18.50	18.00	18.00	18.00	18.00
Fibra cruda (%)	3.67	4.15	4.03	4.53	4.61	3.54	3.40	3.27	3.13
Calcio (%)	0.80	0.76	0.80	0.76	0.76	0.80	0.80	0.80	0.80
Fosforo Disponible (%)	0.40	0.43	0.40	0.45	0.47	0.42	0.43	0.44	0.45
Sodio (%)	0.18	0.18	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Cloro (%)	0.26	0.28	0.33	0.29	0.29	0.26	0.26	0.25	0.25
Arginina digestible en aves (%)	1.04	1.01	1.01	1.04	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04
Lisina digestible en aves (%)	0.98	0.95	0.95	0.95	0.95	0.98	0.98	0.98	0.98
Metionina digestible en aves (%)	0.42	0.43	0.44	0.44	0.46	0.42	0.42	0.42	0.42
Metionina + Cistina dig. aves (%)	0.71	0.72	0.74	0.76	0.79	0.71	0.71	0.70	0.70
Treonina digestible en aves (%)	0.60	0.59	0.60	0.61	0.63	0.60	0.60	0.60	0.61
Triptófano digestible en aves (%)	0.19	0.18	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20
Valina digestible en aves (%)	0.72	0.68	0.68	0.68	0.68	0.73	0.74	0.75	0.77
Costo S/. kg	1.55	1.61	1.65	1.71	1.76	1.65	1.67	1.69	1.71

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM, 2016.

DDGS: Granos secos de destilería deshidratados con solubles.

HF: Harina de frijol (*P. acutifolius*).

- Índices productivos

Se tomaron datos de pesos al inicio y con frecuencia semanal, durante la fase de crecimiento y engorde. Los índices productivos evaluados fueron: peso inicial (PI), ganancia de peso semanal (GPS), peso final (PF), consumo de alimento (CA) semanal y total en cada fase de evaluación, índice de conversión alimenticia (ICA), rendimiento de carcasa (RC) y mérito económico (ME) calculado como índice económico relativo (IRE), en base a los ingresos evaluados sobre los costos de alimentación para cada uno de los tratamientos.

Pesos semanales (PS). Las aves fueron pesadas individualmente en ayunas en un horario constante (7:00 am); para ello se utilizó la balanza analítica, los pesajes se realizaron a intervalos semanales tanto en la fase de crecimiento como en la fase de engorde. Los pesos fueron registrados en gramos (g) y anotados en una ficha control.

Ganancia de peso semanal y total (GPS). Correspondió a la obtención del peso incremental (ΔP), el cual fue obtenido como la diferencia entre el peso al final de cada semana (P_f) y el peso de la semana anterior (P_i). Los pesos se registraron en gramos (g).

$$\Delta P_{\text{(semanal)}} = P_f - P_i$$

Consumo de alimento diario, semanal y total (CA). Se registró el consumo diario de alimento, el mismo que se obtuvo restando la cantidad suministrada del día menos el sobrante para el día siguiente; luego se realizaron los cálculos del acumulado durante la semana, así como el consumo total durante la fase de crecimiento y engorde. Los resultados se registraron en gramos (g).

Índice conversión alimenticia (ICA). Fue obtenido de la relación existente entre el consumo de alimento y la ganancia de peso en el mismo periodo (ΔP), interpretándose como la cantidad de unidades de alimento consumido, para ganar una unidad de peso vivo; se determinó este índice para las fases de crecimiento, engorde y total.

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (Kg)}}{\text{Ganancia de peso (Kg)}}$$

Rendimiento carcasa (RC). Al final del estudio, se separaron un total de 36 pollos, (4 por tratamiento), tomadas en forma aleatoria. Previamente fueron sometidas a 6 horas de ayuno, posteriormente fueron pesadas y sacrificadas, se obtuvo la carcasa de cada ave (sin patas, cabeza, cuello y vísceras), se registró el peso en gramos (g), posteriormente se calculó el RC en porcentaje (%) en relación al peso vivo antes del sacrificio, evaluándose también la calidad de la canal.

$$\text{RC \%} = \frac{\text{Peso carcasa (kg)}}{\text{Peso vivo final (kg)}} \times 100$$

Mérito económico (ME). Previamente se evaluaron el consumo de alimento y el precio de los insumos, para luego obtener la valorización según las cantidades incluidas en cada ración alimenticia por cada tratamiento experimental, obteniendo el nivel de egresos sobre los costos relacionados a la alimentación. De esta manera se ha obtenido el índice relativo económico (IRE) en función de los costos por alimento (Adaptado de Trompiz *et al.*, 2002).

Dónde:

IRE = Ingreso – Costo

Ingreso: Ganancia total de peso x valor de la carne en pie, o en carcasa

Costos: Consumo de alimento x valor de la misma

$$\text{IER} = \text{GTP kg} \times \text{Precio (S/. kg)} - \text{CA total (kg)} \times \text{Precio (S/.)}$$

$$\text{Utilidad/kg de pollo} = \text{Ingreso unitario} - \text{Costo unitario de alimentación}$$

$$\text{R} = \text{Ingresos/Costos en pollo en pie: Ingreso total/Costos de alimentación}$$

3.5.2. Análisis estadístico

En la evaluación estadística se ha empleado el Diseño Completamente al Azar (DCA) y el respectivo análisis de varianza para cada una de los índices productivos obtenidos con los 9 tratamientos (4 niveles de DDGS, 4 niveles de HF y el grupo testigo); se tuvieron 4 repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental (repetición) estuvo conformada por un grupo de 13 pollos en la etapa de crecimiento, el mismo que se culminó en la fase de engorde con 9 pollos. Los datos de campo para cada índice productivo, fueron analizados estadísticamente de manera simultánea, con un nivel de confianza del 95%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se realizó la comparación de medias mediante la prueba de HSD Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Se empleó el programa estadístico Statistix V8.

IV. RESULTADOS

4.1. Pesos iniciales de los pollos en la etapa experimental

Un total de 468 pollos de 14 días de edad con pesos homogéneos, fueron seleccionados en forma aleatoria, en el momento de inicio de la etapa experimental (Tabla 18), cuyo peso inicial promedio fue de 329.28 g, coeficiente de variación CV de 0.60% y desviación estándar DS de 1.98 g; material biológico experimental en el cual se evaluó el efecto de los diferentes niveles de inclusión de DDGS y HF en sus raciones alimenticias.

Tabla 18. Pesos iniciales en la etapa experimental de pollos Cobb - 500 (g)

Tratamientos									Estadísticos		
T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Prom.	DS	CV (%)
330.13	332.67	330.37	330.81	326.79	329.31	329.02	326.63	327.77	329.28	1.98	0.60

DS: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación.

4.2. Análisis del valor nutricional del DDGS y HF

Los resultados del análisis bromatológico de los insumos DDGS y HF, resalta los niveles de proteína cruda (PC) muy similares de 30.22 y 27.67% respectivamente. En fibra cruda (FC) los niveles fueron de 8.70 y 4.19% respectivamente; mientras que los valores más extremos, fueron los contenidos de almidón 4.56 y 29.01%, extracto etéreo (EE) 4.77 y 1.47%, fibra detergente neutra (FDN) 34.15 y 9.64% y fibra detergente ácida (FDA) 14.77 y 1.40% respectivamente tal como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Composición bromatológica del DDGS y harina de frijol (HF)

Nutriente	DDGS	HF
Humedad (%)	10.95	12.43
Extracto etéreo (%)	4.77	1.47
Proteína (%)	30.22	27.67
Fibra Cruda (%)	8.71	4.19
Cenizas (%)	5.07	5.48
Almidón (%)	4.56	29.01
Azúcares (%)	5.98	6.92
FDN (%)	34.15	9.64
FDA (%)	14.77	1.40

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM, 2016

En la Figura 6, se observa el contenido de proteína en ambos insumos con las barras similares; pero no tendrían el mismo valor nutricional, es notorio la diferencia entre el niveles de almidón, FC, EE, FDN y FDA, estas características estarían siendo las limitantes en el consumo y ganancias de peso de los pollos de carne evaluados en la fase de crecimiento y engorde.

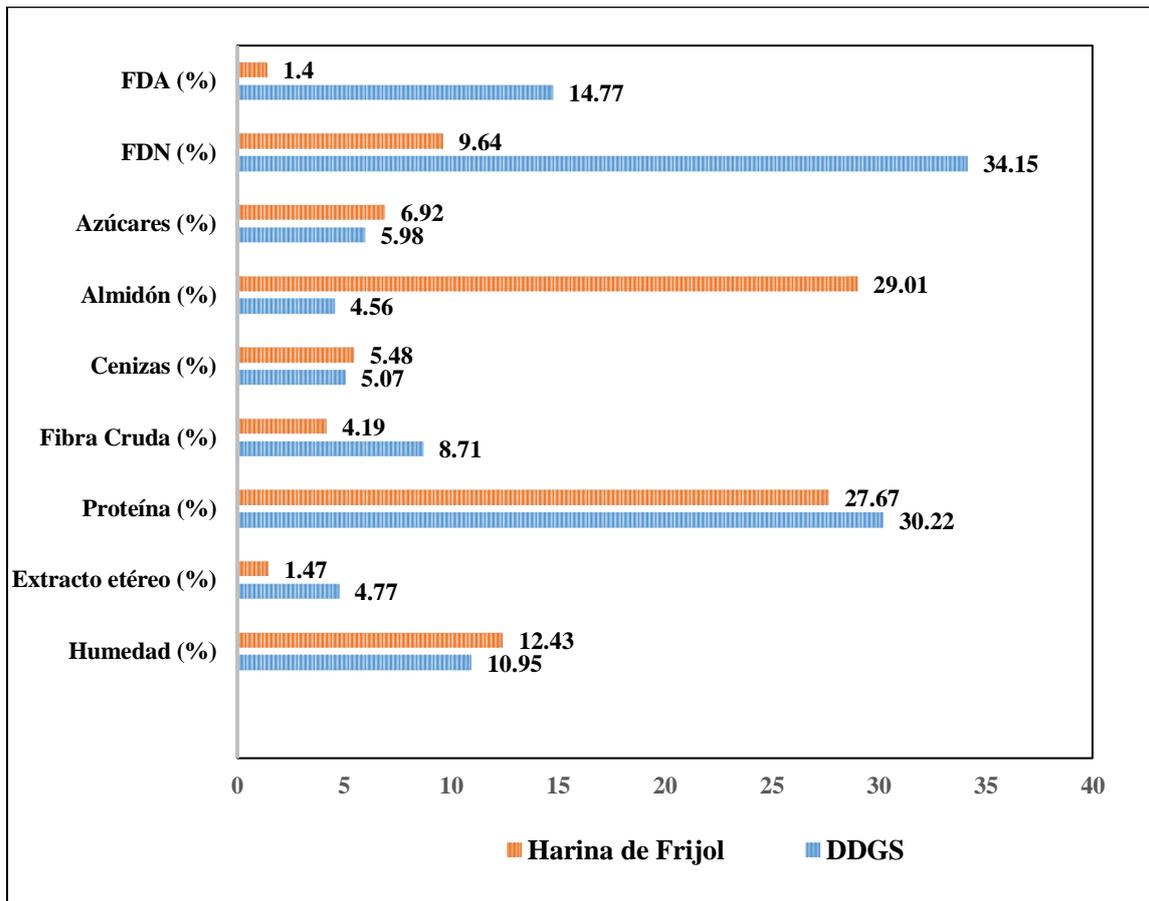


Figura 6. Comparación bromatológica de DDGS y HF expresado en porcentaje.

4.3. Raciones balanceadas en la alimentación de pollos Cobb - 500

4.3.1. Ración balanceada en la fase de crecimiento (15 - 28 días de edad)

Las raciones formuladas, fueron iso-nutricionales en cada tratamiento, con diferentes niveles de inclusión de DDGS (10, 15, 20 y 25%) y HF (5, 10, 15 y 20%), formuladas para alcanzar en todas ellas niveles de proteína de 19% y 3108 Kcal/kg, fibra cruda entre a 2.44 y 3.84%, calcio 0.90%, fósforo disponible 0.45%, las que fueron suministradas durante las dos semanas correspondientes a la fase de crecimiento. A partir de una ración testigo constituida por insumos tradicionales a base de maíz amarillo (69.35%), torta de soya (17.35%), harina

integral de soya (8%), harina de pescado (2%). En las raciones a base de DDGS, a medida que se fue incrementando los niveles de inclusión de DDGS, parte del maíz amarillo y torta de soya fueron reemplazados en cada tratamiento reduciéndose los niveles de 63.59, 58.32, 54.90 y 53.41% en el caso del maíz amarillo y 13.08, 12.36, 10.31 y 7.32% para la torta de soya. Igualmente con la inclusión de HF, se reemplazó parte del maíz amarillo de 64.79, 62.31, 59.70 y 57.10%; y torta de soya de 11.94, 8.87, 5.64 y 2.40%; sin embargo para cubrir el déficit de energía se incrementó gradualmente la inclusión de harina integral de soya.

La inclusión de diferentes niveles de DDGS y HF en reemplazo de los insumos tradicionales maíz amarillo y torta de soya, en cada ración durante la fase de crecimiento, se muestran en las Figuras 7 y 8.

Niveles de inclusión de insumos en raciones de crecimiento con diferentes niveles de DDGS (%)

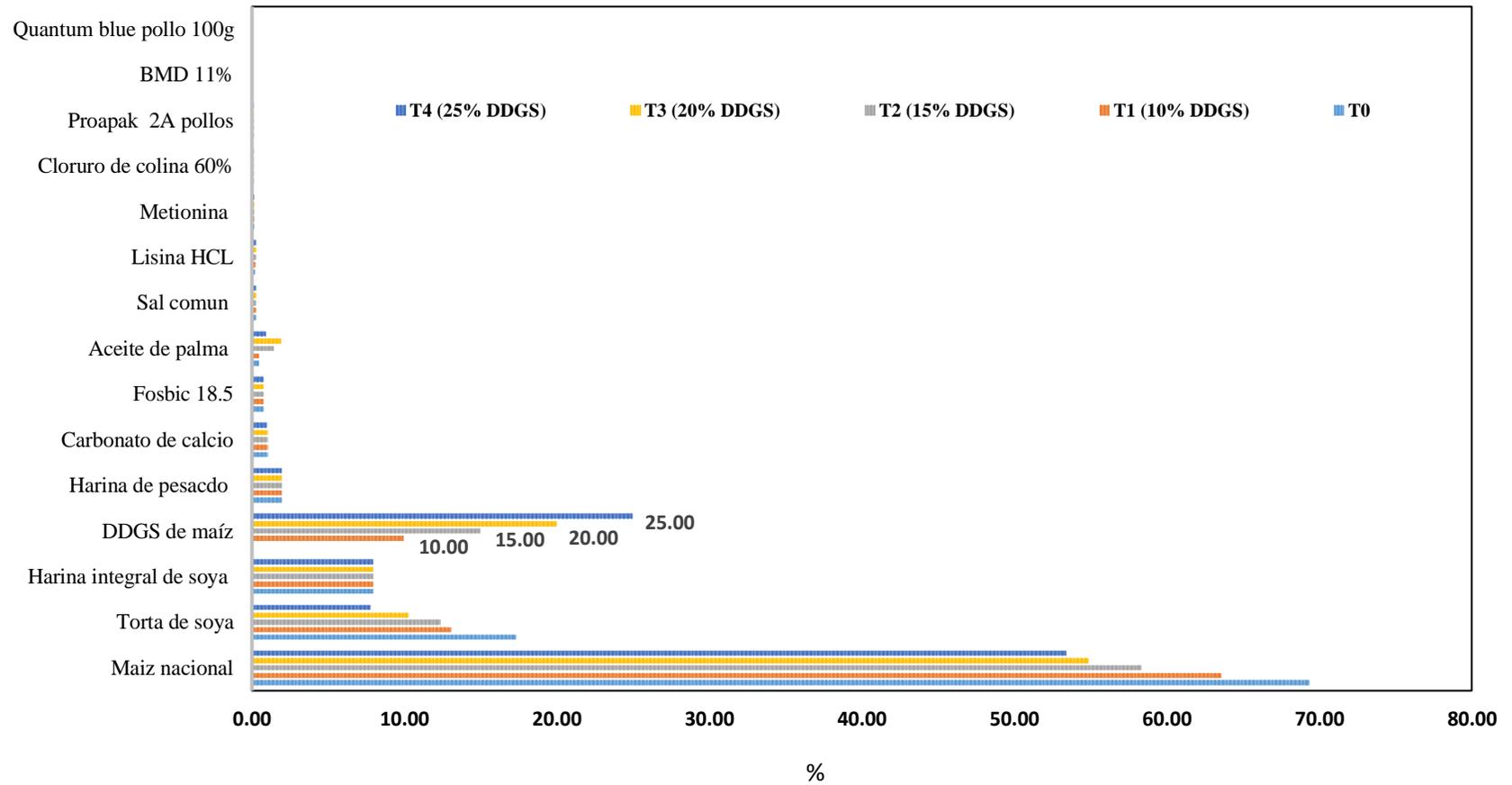


Figura 7. Niveles de inclusión de insumos tradicionales en raciones de crecimiento, reemplazados por diferentes niveles de DDGS (%).

Niveles de inclusión de insumos en la ración de crecimiento con diferentes niveles de HF (%)

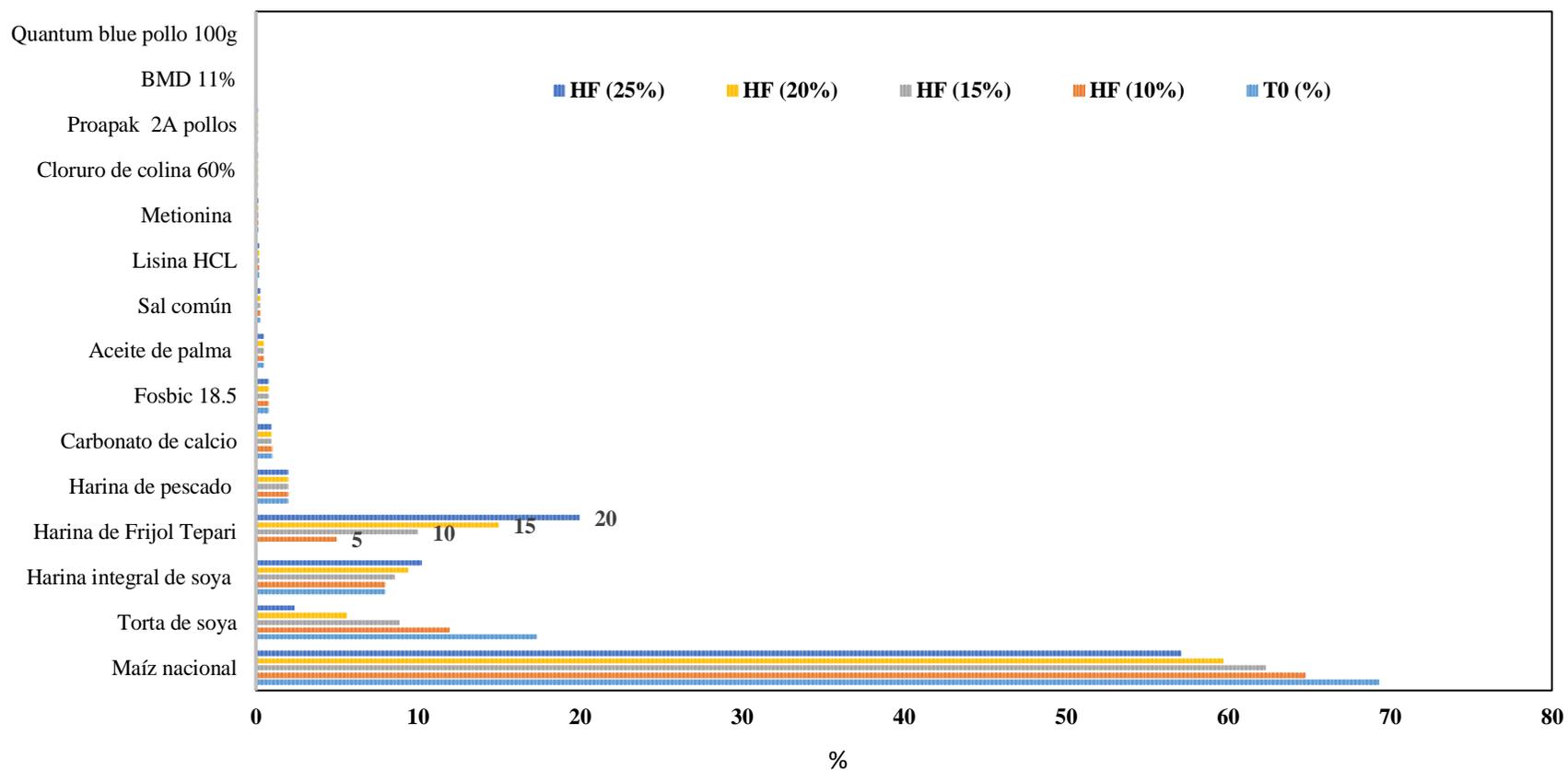


Figura 8. Niveles de inclusión de insumos tradicionales en la raciones de crecimiento, reemplazados por diferentes niveles de HF (%).

4.3.2. Ración balanceada en la fase de engorde (28 - 38 días de edad)

Las raciones formuladas para cada tratamiento también fueron iso-nutricionales, con diferentes niveles de inclusión de DDGS (10, 15, 20 y 25%) y HF (5, 10, 15 y 20%), para alcanzar en todas las raciones un nivel de proteína de 18% y 3,180 Kcal/kg de alimento, fibra cruda entre 3.13 y 4.61%, calcio 0.8% y fósforo disponible 0.40%. La ración testigo constituida por insumos tradicionales, a base de maíz amarillo (60.02%), torta de soya (16.14%), harina integral de soya (7.00%), harina de pescado (1.50%), sub productos de trigo (9.12%), aceite de palma (4.00%), a excepción de la harina integral de soya, parte de todos los insumos proteicos y energéticos antes descritos, fueron reemplazando por diferentes niveles de DDGS y HF. Respecto de la ración del testigo, se fue reemplazando en mayor proporción los niveles torta de soya. En las raciones con DDGS fueron disminuyendo los niveles de sub productos de trigo, aceite de palma y harina de pescado; mientras que las raciones con HF tuvieron mayor cantidad de harina de pescado, bajas en aceite de palma, ligeramente con mayor porcentaje de sub productos de trigo, en comparación con los tratamientos a base de DDGS.

La inclusión de diferentes niveles de inclusión de DDGS y HF, en reemplazo de los insumos tradicionales maíz amarillo, torta de soya y demás insumos, en cada ración durante la fase de engorde, se muestran en las Figuras 9 y 10.

Niveles de inclusión de insumos en raciones de engorde con diferentes niveles de DDGS (%)

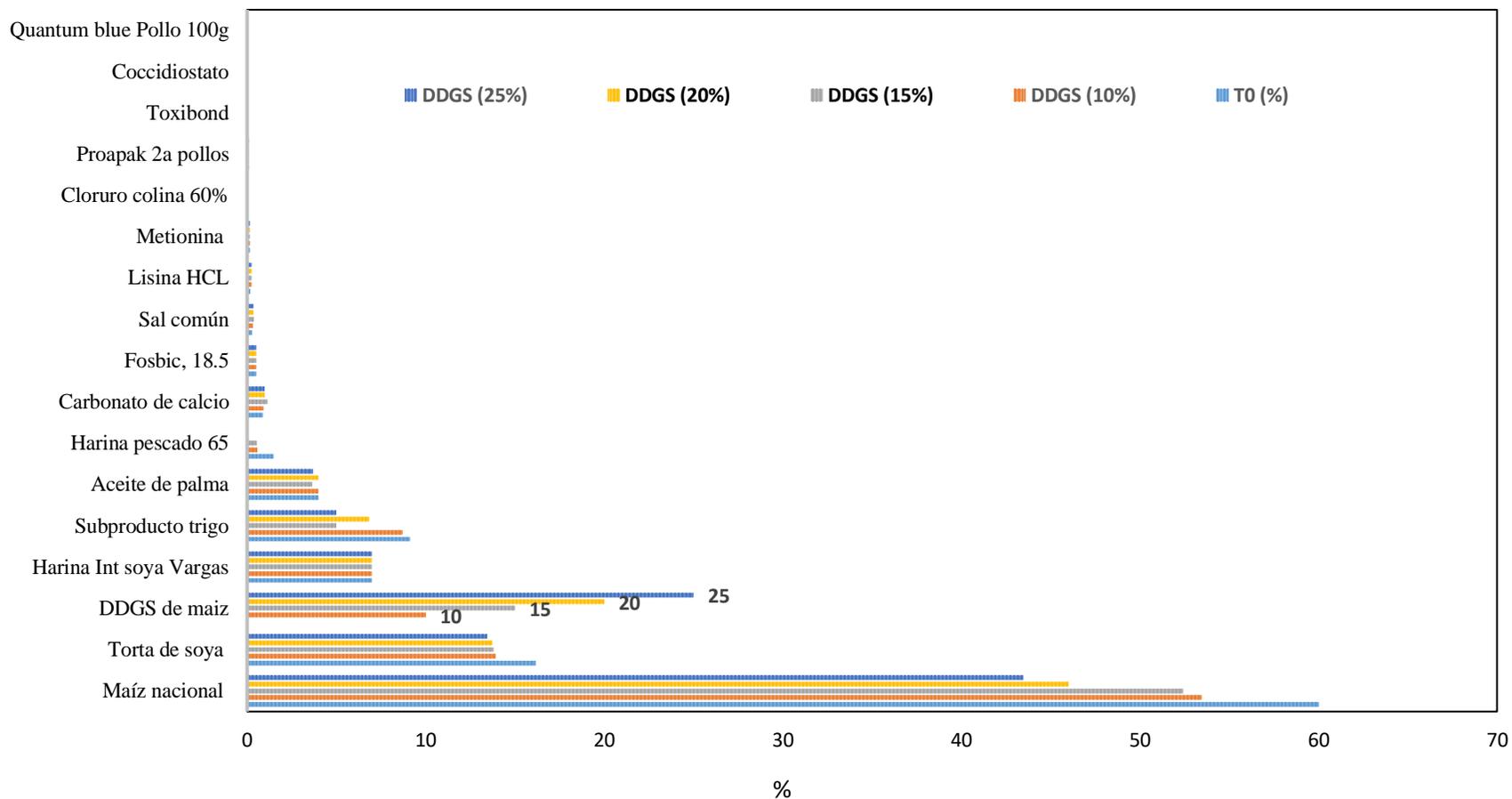


Figura 9. Niveles de inclusión de insumos tradicionales en raciones de engorde, reemplazado por diferentes niveles de DDGS (%).

Niveles de inclusión de insumos en raciones de engorde con diferentes niveles de HF (%)

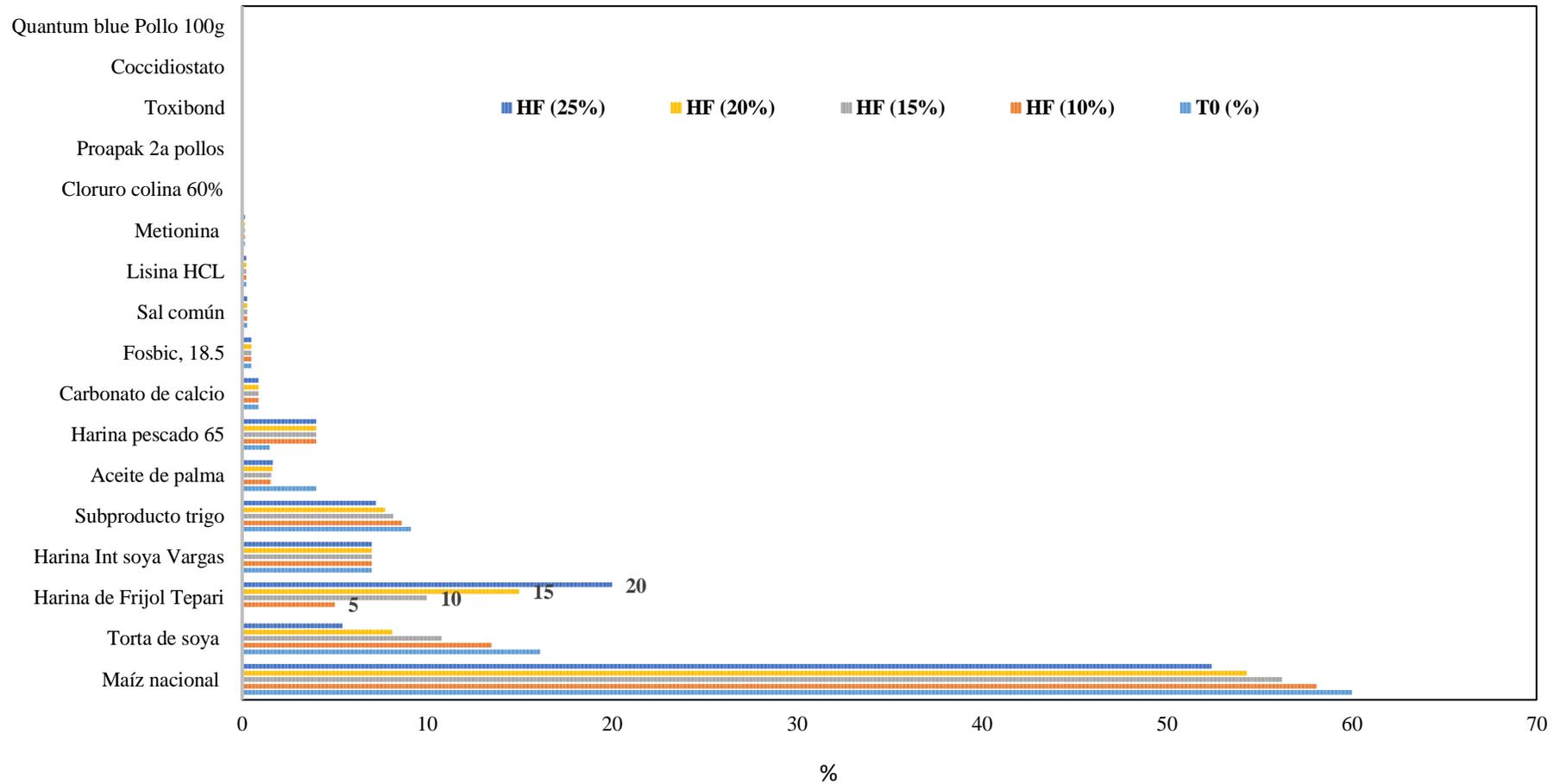


Figura 10. Niveles de inclusión de insumos tradicionales en la raciones de engorde, reemplazos por diferentes niveles de HF (%).

4.4. Índices técnicos productivos logrados en pollos Cobb - 500

4.4.1. Control pesos semanales durante la etapa de crecimiento y engorde

La ganancia de peso total GPT, durante el crecimiento y engorde tuvo diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos. Los promedios de ganancia de peso en los tratamientos T0 y T1 (10% DDGS), fueron similares y superiores a los demás tratamientos. Se observó que a medida que se incrementó los niveles de DDGS y HF, la ganancia de peso fue disminuyendo (Tabla 4). La ganancia total del testigo y T1 fueron de 1928.20 y 1919.06 g respectivamente.

Los pesos iniciales fueron homogéneos (Tabla 20), es por ello que se agrupan en un punto en la Figura 5; y a medida que transcurrieron las semanas, las ganancias de peso como efecto de los niveles de inclusión de los DDGS y HF fueron variando. Cada tratamiento con niveles de inclusión de DDGS representó el 99.53, 95.17, 92.34 y 89.29% de la ganancia de peso alcanzado por el T0 (100%); y para los niveles de inclusión de HF representó el 81.45, 76.99, 70.14 y 55.09%, respecto al T0 (100%). Estas cifras nos muestran las diferencias porcentuales de la variación de peso final de cada tratamiento respecto del testigo (estándar).

Tabla 20. Promedio de ganancia de peso durante el crecimiento y engorde

Trat.	Niveles	Iniciales (g)	Crecimiento		Engorde	
			1ra Semana (g) **	2da Semana (g) **	3ra Semana (g) **	4ta Semana (g) **
T0	0	330.13± 2.86	695.40± 7.32 ^a	1132.70± 11.67 ^a	1710.92± 38.60 ^a	1928.16± 26.45 ^a
T1	10% DDGS	332.67± 4.16	696.85± 10.96 ^a	1137.02± 21.26 ^a	1686.42± 24.10 ^a	1919.06± 30.36 ^a
T2	15% DDGS	330.37± 4.48	648.06± 20.28 ^b	1048.64± 13.75 ^b	1592.81± 34.90 ^b	1835.00± 15.15 ^b
T3	20% DDGS	330.81± 5.19	643.23± 7.90 ^{bc}	1016.93± 9.88 ^{bc}	1547.44± 35.06 ^{bc}	1780.53± 39.31 ^{bc}
T4	25% DDGS	326.79± 0.99	612.31± 8.89 ^c	983.93± 11.97 ^c	1490.33± 28.64 ^c	1721.63± 25.94 ^c
T5	5% HF	329.31± 4.99	467.94± 13.99 ^d	799.55± 22.20 ^d	1331.36± 25.85 ^d	1570.50± 44.86 ^d
T6	10% HF	329.02± 1.88	444.15± 25.68 ^{dc}	727.59± 22.64 ^c	1245.11± 11.38 ^c	1484.56± 21.83 ^c
T7	15% HF	326.63± 0.53	419.44± 2.97 ^{ef}	668.89± 6.08 ^f	1153.86± 19.42 ^f	1352.50± 39.21 ^f
T8	20% HF	327.77± 2.16	388.52± 12.70 ^f	527.70± 10.82 ^g	886.67± 6.04 ^g	1062.31± 27.58 ^g

Letras iguales en la misma columna, no difieren estadísticamente, (Tukey $\alpha = 0.01$), ($p < 0.01$), ** Alta diferencia significativa.

En la Figura 11, se observa la evolución de pesos promedio en cada tratamiento partiendo del peso inicial, se aprecia como las curvas se van alejando a medida que aumenta los niveles de inclusión de DDGS y HF y a medida que transcurre la edad de los pollos.

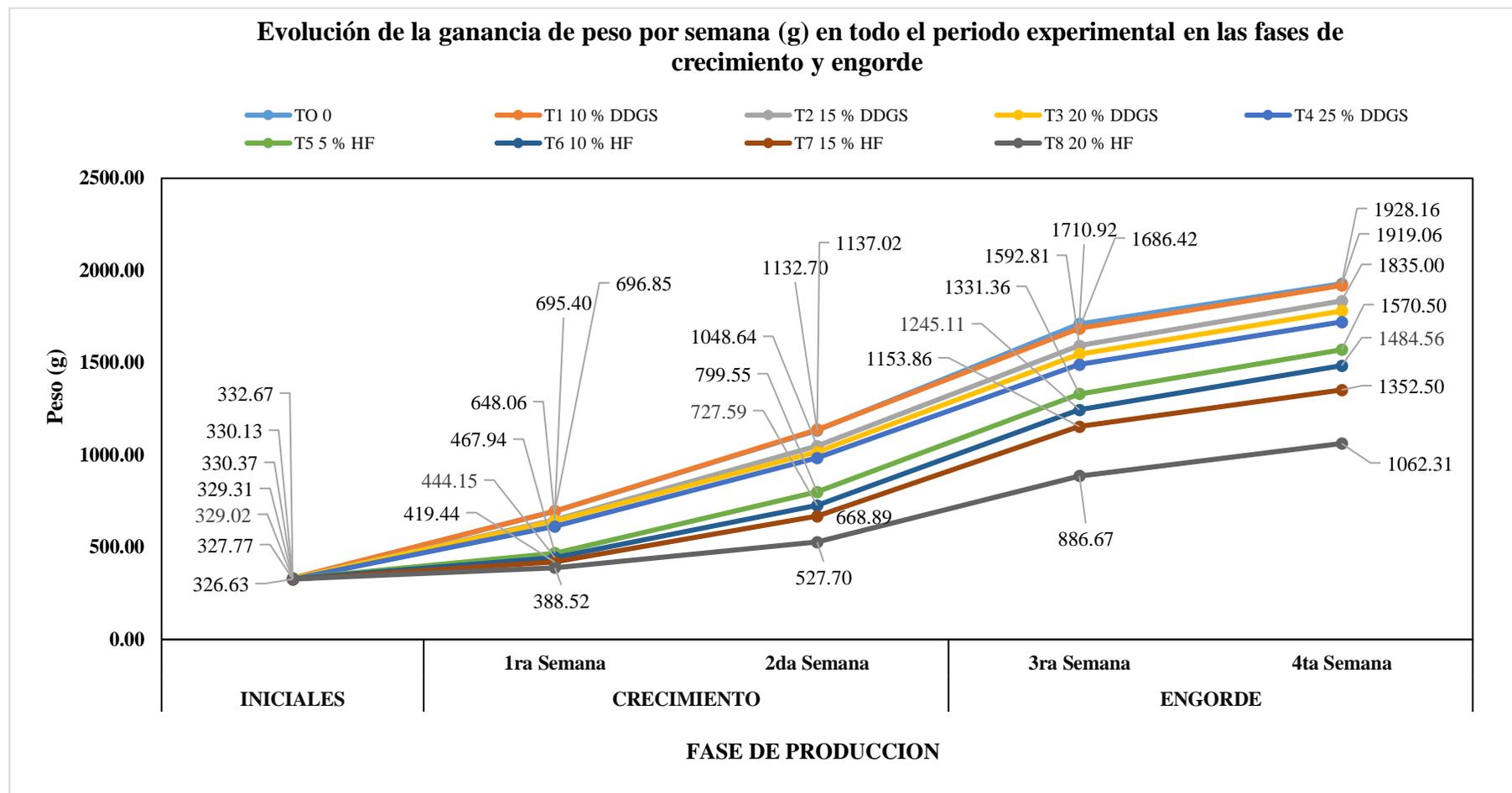


Figura 11. Evolución de las ganancias de peso semanal en todo el periodo experimental, según fase: crecimiento y engorde (g).

Si se considera el tratamiento testigo como punto de partida (100%), para representar cada uno de los demás tratamientos (Figura 12), donde se puede apreciar que a medida que se incrementan los niveles de inclusión de DDGS y HF, la ganancia de peso disminuye, dando lugar a una curva decreciente desde el T1 hasta T8, y en cada tratamiento la ganancia de peso se expresa como porcentaje del logrado en el T0.

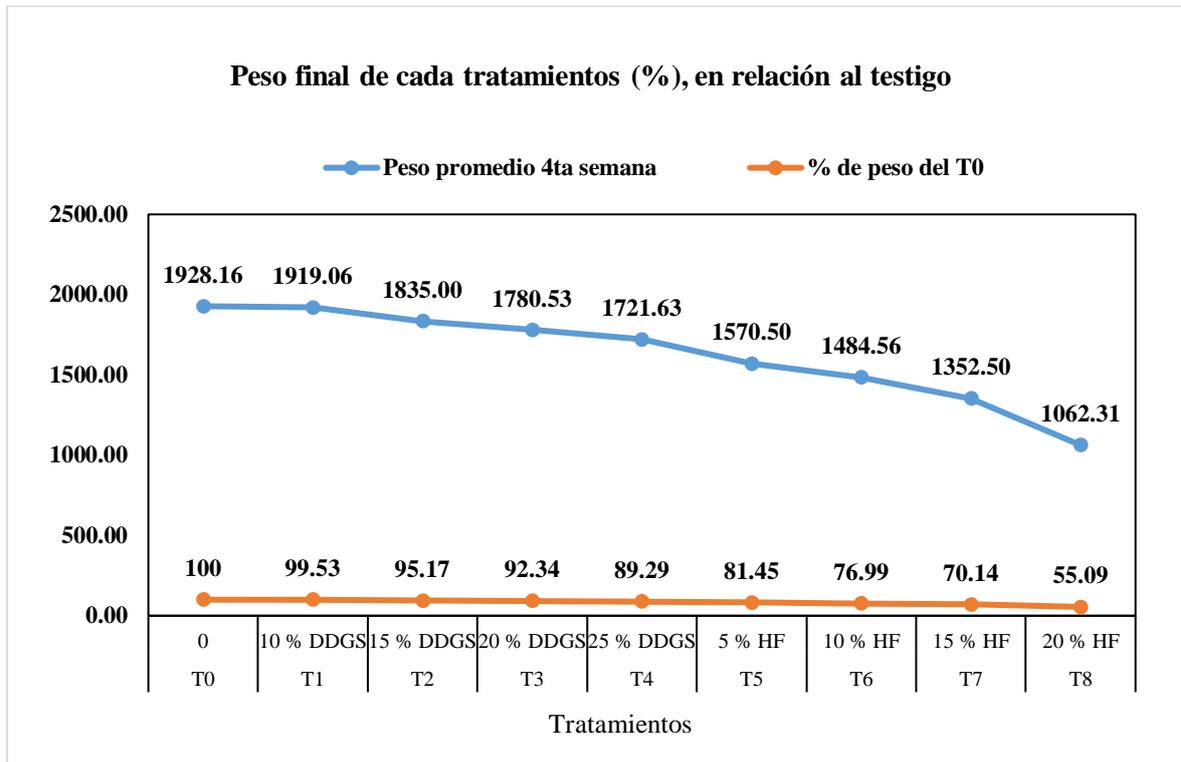


Figura 12. Peso final de cada tratamiento y su relación porcentual respecto del testigo.

4.4.2. Incremento de peso vivo por semana: crecimiento y engorde

En el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos durante la fase de crecimiento y engorde ($p < 0.05$). Hubo diferencias significativas entre los promedios (Tukey $\alpha = 0.05$). El promedio de incremento de peso vivo del T1, durante la primera semana, no mostró diferencia estadística con el T0 (Tabla 21). Durante la segunda semana la tendencia se mantuvo, mientras que, en la tercera semana, se observó que los promedios en el incremento de peso vivo entre los tratamientos T0, T1 (10% DDGS), T2 (15% DDGS), T3 (20% DDGS), T5 (5% HF) y T6 (10% HF); no mostraron diferencias significativas. El T4 (25% DDGS), T7 (15% HF), fueron diferentes a los demás, siendo el T8 (20% HF) con un nivel más bajo en incrementos de peso vivo. En la cuarta

semana solamente se evaluó durante 3 días y los incrementos promedios fueron estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tabla 21. Promedio de incremento de peso vivo por semana (g)

Trat.	Niveles	Crecimiento			Engorde
		Inicial - 1 ^{ra} Semana **	1 ^{ra} - 2 ^{da} Semana **	2 ^{da} - 3 ^{ra} Semana **	3 ^{ra} - 4 ^{ta} Semana *
T0	0	365.27± 4.70 ^a	437.30± 16.56 ^a	578.21± 47.12 ^a	217.24± 26.89 ^{ab}
T1	10 % DDGS	364.17± 10.72 ^a	440.18± 14.92 ^a	549.39± 10.66 ^{ab}	232.65± 15.98 ^{ab}
T2	15 % DDGS	317.69± 17.92 ^b	400.58± 11.62 ^{ab}	544.17± 27.08 ^{ab}	242.19± 21.34 ^{ab}
T3	20 % DDGS	312.42± 6.35 ^b	373.70± 15.84 ^{ab}	530.51± 37.35 ^{ab}	233.09± 20.76 ^{ab}
T4	25 % DDGS	285.52± 9.75 ^b	371.62± 8.53 ^{bc}	506.40± 19.21 ^b	231.29± 10.99 ^{ab}
T5	5 % HF	163.63± 9.28 ^c	331.60± 15.21 ^c	495.52± 13.04 ^{ab}	222.14± 16.83 ^{ab}
T6	10 % HF	140.13± 26.44 ^{cd}	283.44± 41.53 ^d	487.70± 6.78 ^{ab}	205.69± 19.86 ^{ab}
T7	15 % HF	125.31± 4.14 ^d	264.44± 7.01 ^d	484.97± 22.57 ^c	198.64± 28.13 ^{ab}
T8	20 % HF	90.75± 16.56 ^e	154.19± 9.57 ^e	358.96± 16.55 ^d	175.64± 25.00 ^b

Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$), ($p < 0.01$), ** Altamente significativo, ($p < 0.05$), * Significativo.

La velocidad de crecimiento fue mayor durante la segunda y tercera semana, mientras en la cuarta semana (3 días), la ganancia de peso fue menor (Figura 13 y 14).

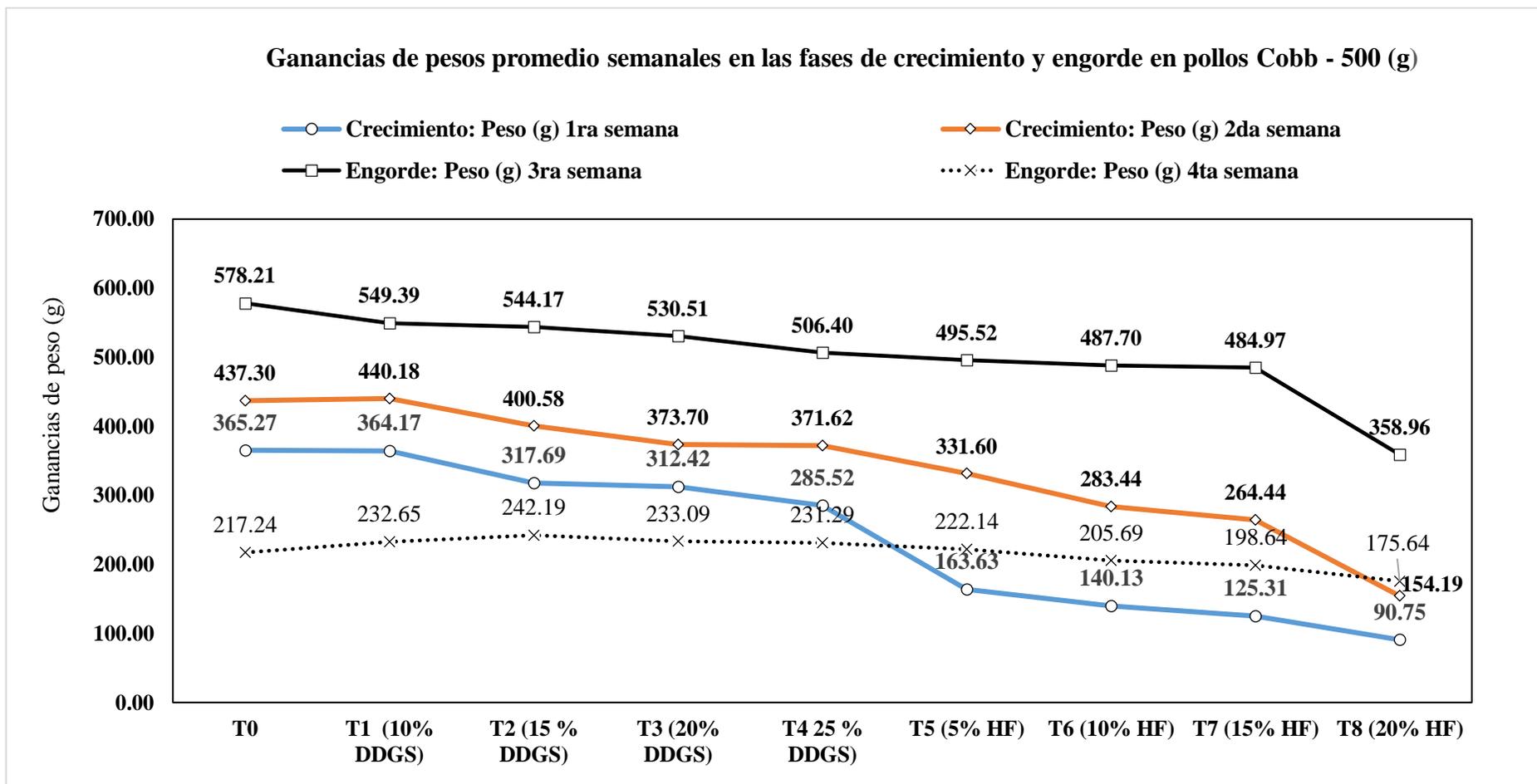


Figura 13. Incremento de pesos semanales en las fases de crecimiento y engorde de pollos Cobb - 500 (g).

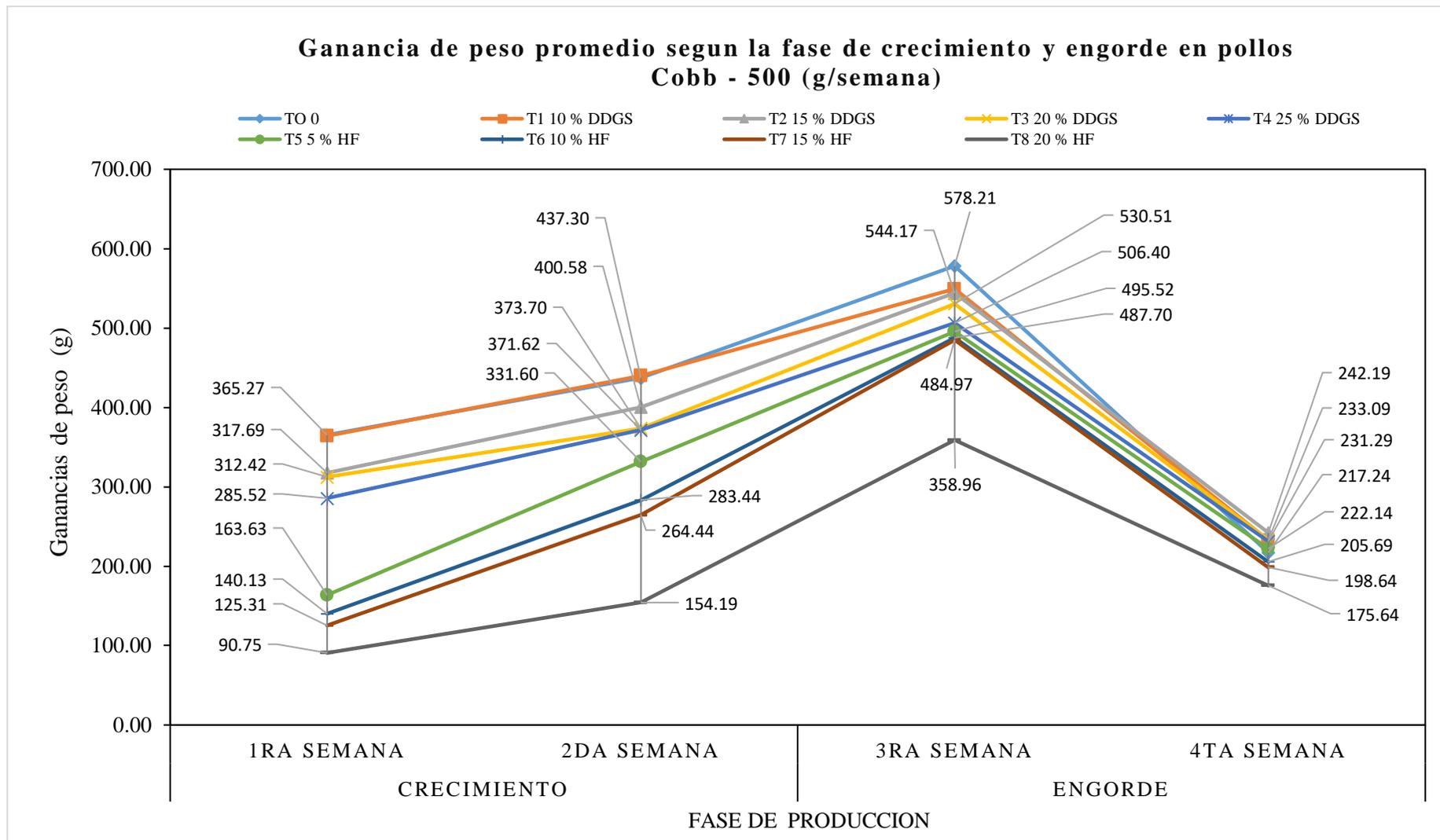


Figura 14. Ganancia de peso semanal por tratamiento según la fase de crecimiento y engorde de pollos Cobb - 500 (g/semana).

Expresión porcentual de las ganancias de peso durante el crecimiento y engorde

Los resultados en el incremento total de peso al final de la etapa experimental (38 días), no hubo diferencia del T1 (1586.39 g) con 10% de DDGS, respecto del T0 (1598.02 g) y esta ganancia de peso en la fase de crecimiento del (T1) representó el 50.70% mientras que el promedio de la ganancia de peso en la fase de engorde representó el 49.30% de la ganancia de peso total. A medida que se incrementó los niveles de inclusión de DDGS y HF los pesos fueron disminuyendo. Los valores porcentuales entre fases crecimiento y engorde fueron muy cercanos para los niveles de DDGS; con las dieta la harina de frijol, en la fase de crecimiento la ganancia de peso fue disminuyendo: T5 (5% HF), T6 (10% HF), T7 (15% HF), T8 (20% HF), representando el 40.83, 37.92, 36.31 y 31.4% respectivamente; mientras que en la etapa de engorde, la ganancia fue mayor; sin embargo, estos promedios de incremento de peso fueron más bajos que los alcanzados por los tratamientos con niveles de inclusión de DDGS tal como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Porcentaje de ganancia de peso durante el crecimiento y engorde (%)

Trat.	Niveles	Crecimiento		Engorde		Total g **
		g	%	g	%	
T0	0	802.57	50.22	795.45	49.78	1598.02 ^a
T1	10% DDGS	804.35	50.70	782.04	49.30	1586.39 ^a
T2	15% DDGS	718.27	47.74	786.36	52.26	1504.63 ^b
T3	20% DDGS	686.12	47.33	763.60	52.67	1449.72 ^{bc}
T4	25% DDGS	657.14	47.11	737.69	52.89	1394.84 ^c
T5	5% HF	495.24	40.83	717.66	59.17	1212.89 ^d
T6	10% HF	423.57	37.92	693.39	62.08	1116.96 ^e
T7	15% HF	389.75	36.31	683.61	63.69	1073.37 ^e
T8	20% HF	244.94	31.42	534.60	68.58	779.50 ^f

Valores con letras iguales en la misma columna, no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$), ($p < 0.01$), ** Altamente significativo.

La ganancia de peso promedio expresado en porcentaje, observamos que las curvas en las fase de crecimiento y engorde con diferentes niveles de inclusión de DDGS, son cercanas al 50% y se sobreponen en los T0 y T1; mientras que cuando se incluyeron diferentes niveles de HF, las curvas se fueron alejando, disminuyendo las ganancias de peso a medida que se aumentaron los niveles de HF en la fase de crecimiento; sin embargo, en la fase de engorde

este comportamiento se revirtió, observándose que a mayor nivel de inclusión de HF, hubo mayor ganancia de peso en la fase de engorde (Figura 15 y 16).

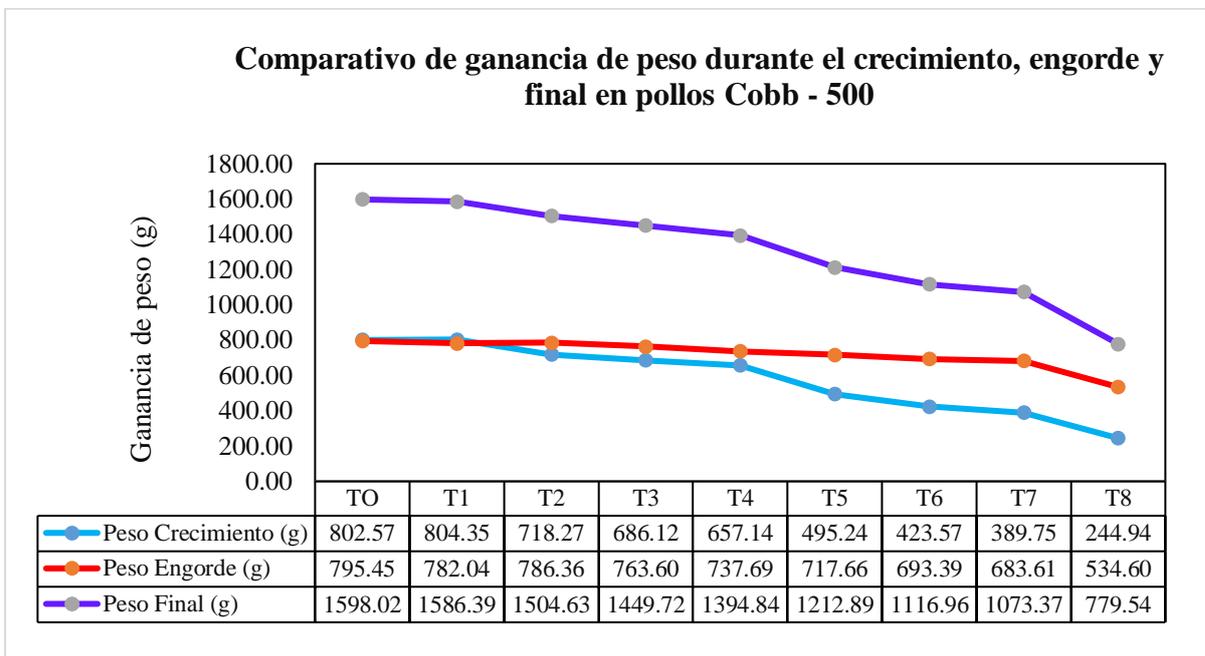


Figura 15. Comparativo de ganancia de peso en crecimiento, engorde y final de pollos Cobb - 500.

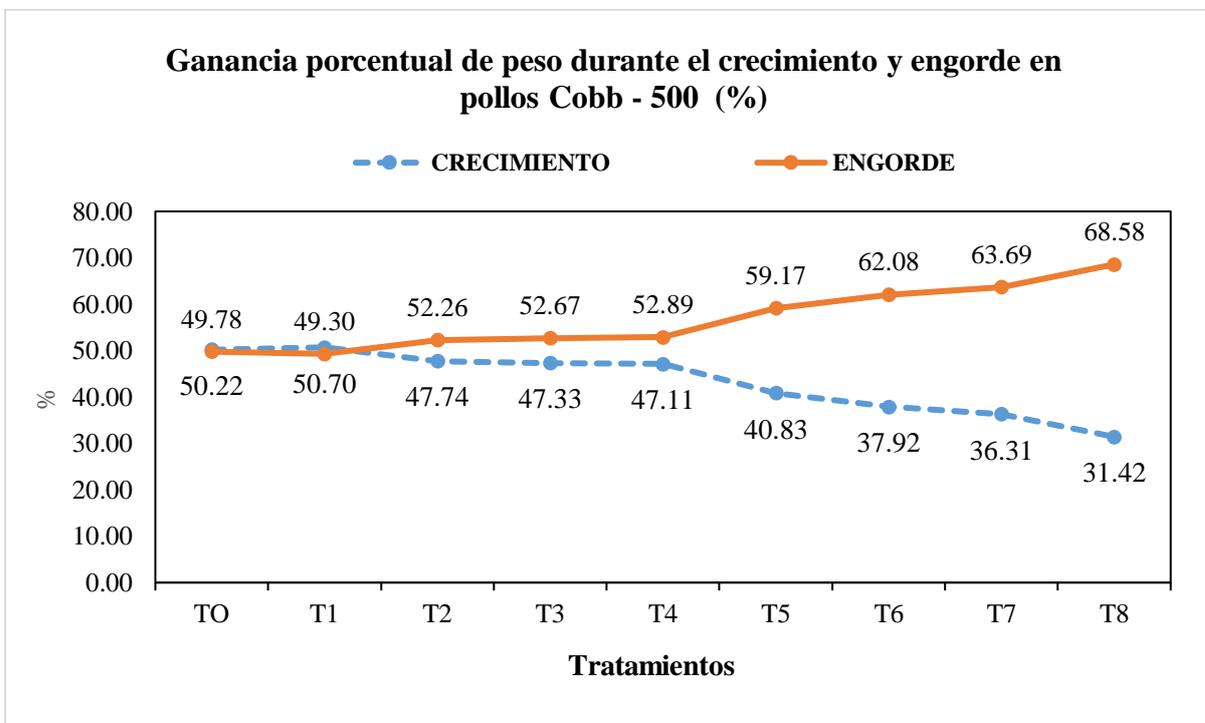


Figura 16. Ganancia de peso (%) durante el crecimiento y engorde en pollos Cobb - 500.

El incremento de peso en ambas fases expresado en g/día permite visualizar los resultados de ganancia de peso como efecto de los diferentes niveles de inclusión de DDGS y HF (Tabla 23 y Figura 17). El peso fue incrementándose hasta los 35 días de edad. No hubo diferencias entre el T0 y T1, luego a medida que el pollo avanza en edad, la ganancia diaria de peso fue disminuyendo a pesar de ello en la cuarta semana la ganancia diaria de los tratamientos con DDGS en todos sus niveles superaron en ganancia diaria al T0, mientras que los tratamientos con inclusión de 5, 10 y 15% de HF tuvieron menores ganancias de peso.

Tabla 23. Promedio en la ganancia de peso diario en pollos Cobb - 500 (g/día)

Fase	Semanas	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Crecimiento (g/día)	1ra semana (22 días)	52.18	52.02	45.38	44.63	40.79	23.38	20.02	17.90	12.96
	2da semana (29 días)	62.47	62.88	57.23	53.39	53.09	47.37	40.49	37.78	22.03
Engorde (g/día)	3ra semana (35 días)	82.60	78.48	77.74	75.79	72.34	70.79	69.67	69.28	51.28
	4ta semana (38 días)	31.03	33.24	34.60	33.30	33.04	31.73	29.38	28.38	25.09

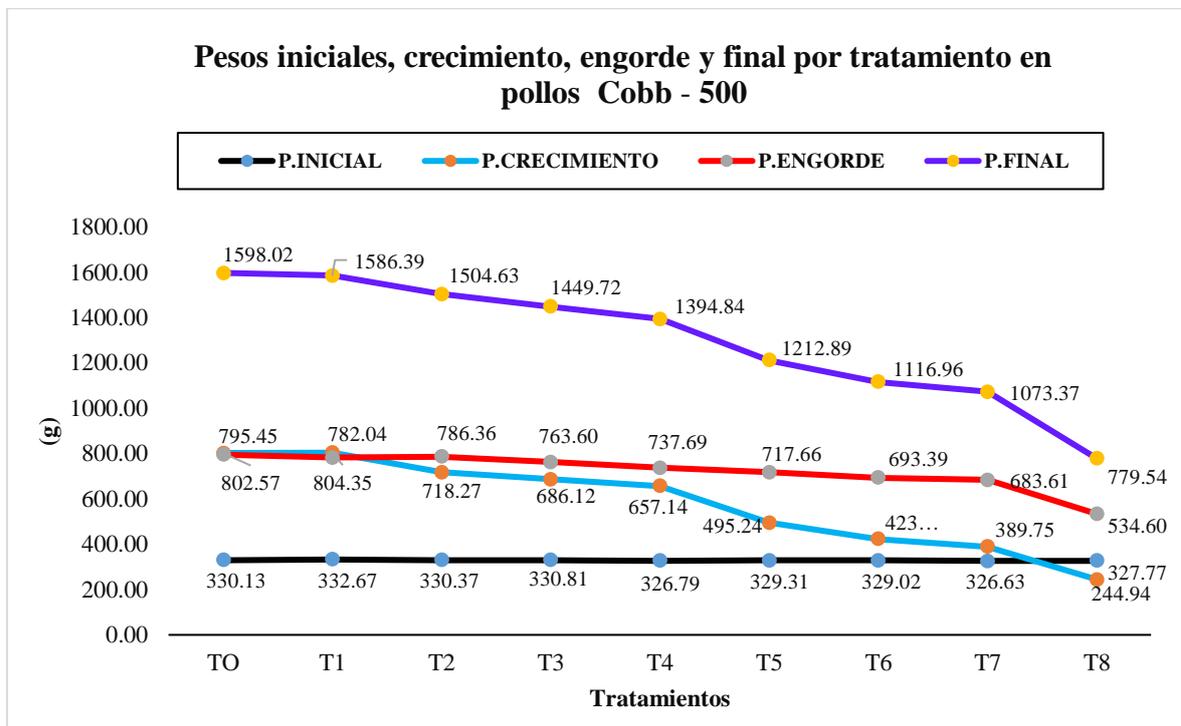


Figura 17. Pesos iniciales, en las fases de crecimiento, engorde y final por tratamiento en pollos Cobb - 500.

Ganancia diaria de peso en pollos Cobb - 500 (g/día)

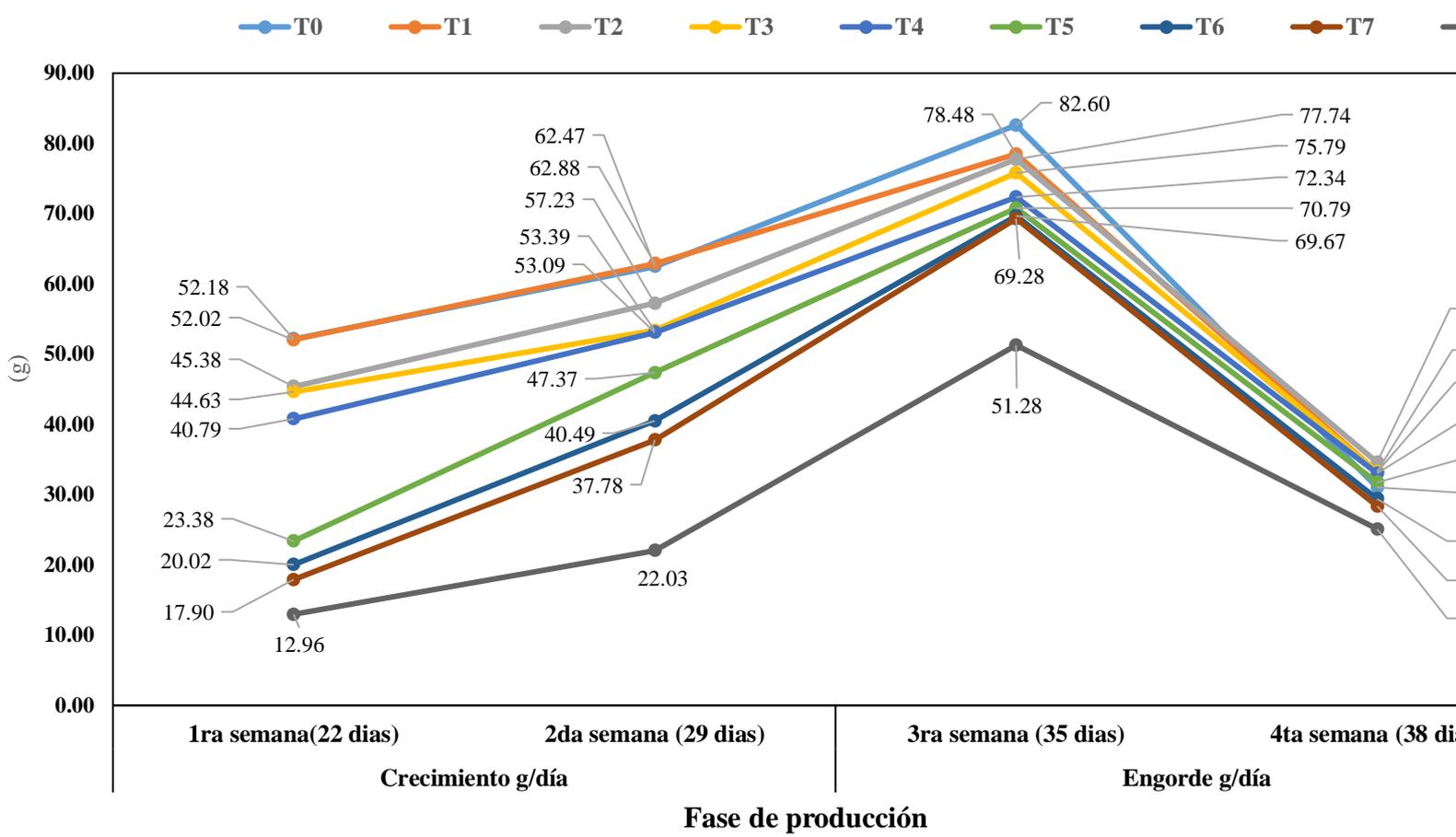


Figura 18. Ganancia diaria de peso en pollos Cobb - 500 (g/día).

Consumo de alimento: crecimiento y engorde

En el consumo de alimento, hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos ($p < 0.01$) a nivel de las fases de crecimiento, engorde y consumo total. Mediante Tukey (0.05) se realizó la prueba de medias y se observó que no hubo diferencia significativas para el nivel de consumo de alimento en la fase de crecimiento desde los 15 a 28 días de edad entre los tratamientos T0, T1, T2 y T3 (DDGS); mientras que el consumo fue afectado en T4 de 25% de DDGS; así mismo el consumo de alimento resultó afectado con todos los niveles de inclusión de HF, dichos resultados, se muestran en la Tabla 24.

Durante la fase de engorde desde los 29 a 38 días, no hubo diferencias para el nivel de consumo entre los promedios de los tratamientos con DDGS hasta el 20% de inclusión; es decir que el nivel de consumo fue ligeramente mayor cuando se incluyó 10% (3007.67 ± 3.59) y 15% (2996.80 ± 4.63) de DDGS frente al testigo (2981.92 ± 3.43); sin embargo no hubo diferencias estadísticas; mientras que el T6, T7 y T8, fueron diferentes entre sí y a la vez de los demás, caracterizados por que a medida que se incluyó el nivel de alimento con HF, el consumo disminuyó.

Tabla 24. Consumo de alimento en pollos Cobb - 500 (g)

Trat.	Niveles	Crecimiento (15 - 28 días) **	Engorde (29 - 38 días) **	Total **
T0	0	1322.62 ± 66.08^a	1659.30 ± 31.02^a	2981.92 ± 3.43^a
T1	DDGS 10%	1354.73 ± 81.27^a	1652.94 ± 19.82^a	3007.67 ± 3.59^a
T2	DDGS 15%	1285.37 ± 94.14^a	1711.43 ± 33.25^a	2996.80 ± 4.63^a
T3	DDGS 20%	1304.07 ± 98.52^a	1668.86 ± 42.42^a	2972.94 ± 5.04^a
T4	DDGS 25%	1255.30 ± 83.45^{ab}	1654.78 ± 52.22^a	2910.09 ± 4.90^{ab}
T5	HF 5%	1081.77 ± 84.90^{bc}	1635.25 ± 38.07^a	2717.02 ± 5.08^{bc}
T6	HF 10%	997.73 ± 14.15^{cd}	1625.13 ± 32.61^a	2622.86 ± 1.71^{cd}
T7	HF 15%	898.93 ± 53.62^{de}	1613.43 ± 43.18^a	2512.36 ± 4.32^d
T8	HF 20%	744.38 ± 24.12^e	1451.56 ± 94.62^b	2195.94 ± 4.87^e

Valores con letras iguales en la misma columna, no difieren estadísticamente. (Tukey $\alpha = 0.05$), ($p < 0.01$), ** Altamente significativo.

4.4.3. Conversión alimenticia, durante el crecimiento y engorde de pollos Cobb - 500

El índice de conversión alimenticia (ICA) en la fase de crecimiento ($p < 0.05$) hubo diferencia significativa entre los tratamientos. El valor obtenido por el testigo (1.65 ± 0.07), debajo de este fueron mejores los niveles de conversión cuando se adicionó el 10 y 15% de

DDGS, por otro lado, los niveles de inclusión del 5 y 10 % de HF (T5 y T6) no afectaron el ICA en la etapa de crecimiento, siendo estadísticamente muy semejante al ICA del T0 (1.65 ± 0.07). Los niveles de 15 y 20% de HF si afectaron el nivel de consumo.

En la fase de engorde, no hubo diferencias en ICA tanto en los niveles de inclusión de DDGS y HF, con la excepción del nivel de 20% de HF (2.73 ± 0.31). En el ICA total, los resultados indican que el T1 (10% DDGS) y T5 (5% HF) alcanzaron los mejores ICA (1.90 ± 0.07), (1.94 ± 0.15) los cuales no fueron diferentes del T0 (1.87 ± 0.06) tal como se muestran en la Tabla 25 y Figura 19.

Tabla 25. Índices de conversión alimenticia en la etapa experimental en pollos Cobb - 500

Trat	Niveles	ICA Crecimiento **	ICA Engorde **	ICA Total **
T0	0	1.65 ± 0.07^a	2.09 ± 0.04^a	1.87 ± 0.06^a
T1	10% DDGS	1.69 ± 0.13^{ab}	2.11 ± 0.03^a	1.90 ± 0.07^a
T2	15% DDGS	1.79 ± 0.15^{ab}	2.18 ± 0.04^a	1.98 ± 0.09^{ab}
T3	20% DDGS	1.90 ± 0.18^{abc}	2.19 ± 0.14^a	2.05 ± 0.16^{ab}
T4	25% DDGS	1.91 ± 0.15^{abc}	2.24 ± 0.09^a	2.08 ± 0.12^{ab}
T5	5% HF	1.76 ± 0.20^{ab}	2.12 ± 0.10^a	1.94 ± 0.15^a
T6	10% HF	1.84 ± 0.32^{abc}	2.15 ± 0.04^a	1.99 ± 0.17^{ab}
T7	15% HF	2.15 ± 0.20^{cd}	2.36 ± 0.13^a	2.26 ± 0.16^{bc}
T8	20% HF	2.29 ± 0.21^d	2.73 ± 0.31^b	2.51 ± 0.26^c

Valores con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

(Tukey $\alpha = 0.05$), ($p < 0.01$), **Altamente significativo.

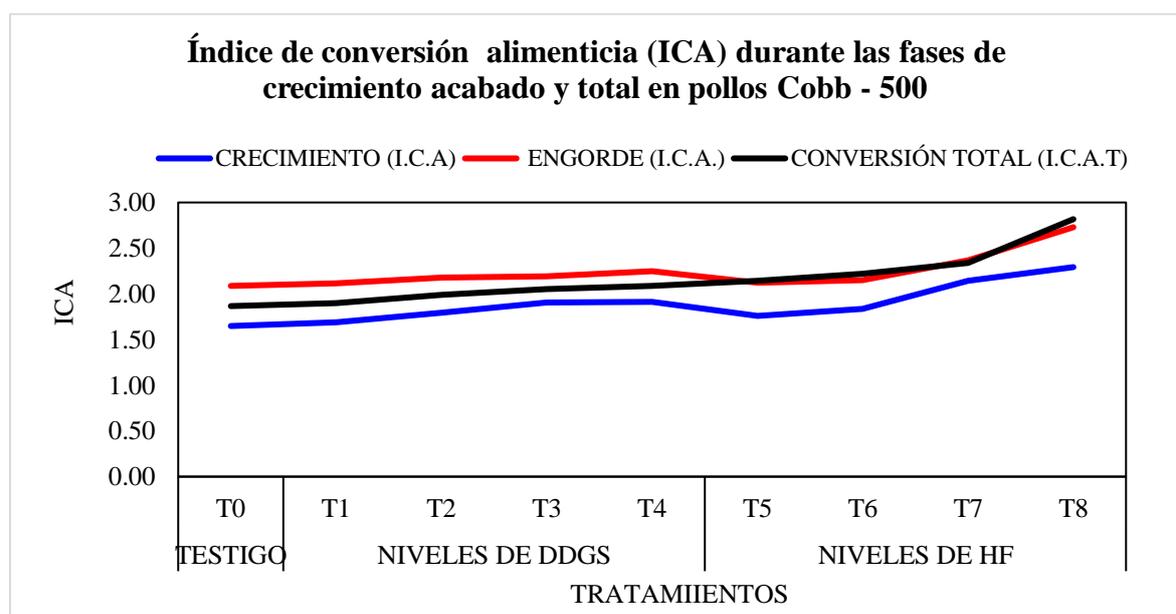


Figura 19. Índice de conversión alimenticia durante las fases de crecimiento acabado y total.

4.4.4. Rendimiento de carcasa

Los rendimientos de carcasa (RC), fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$). Los promedios fueron similares entre tratamientos (Tabla 26). El nivel de DDGS (10 y 15%) sobresalió en RC; mientras que los niveles de HF en 5 y 10% se comportaron en forma muy similar a los tratamientos con T2, T3 y T4.

Tabla 26. Peso vivo y rendimiento de carcasa en pollos Cobb - 500

Trat	Niveles	Peso vivo		Carcasa	
		kg	kg	kg	% RC (*)
T0	0	2025.75 ± 97.72	1444.51 ± 61.47	71.33 ± 0.69 ^a	
T1	DDGS 10%	1783.50 ± 111.05	1272.45 ± 70.58	71.37 ± 0.69 ^a	
T2	DDGS 15%	1806.75 ± 132.29	1291.51 ± 81.56	71.00 ± 0.69 ^{ab}	
T3	DDGS 20%	1779.25 ± 154.52	1264.52 ± 106.24	71.09 ± 0.69 ^{ab}	
T4	DDGS 25%	1722.25 ± 122.26	1220.40 ± 74.70	70.90 ± 0.69 ^{ab}	
T5	HF 5%	1574.75 ± 27.24	1115.50 ± 22.68	70.82 ± 0.45 ^{ab}	
T6	HF 10%	1485.50 ± 84.22	1044.86 ± 107.27	70.34 ± 0.24 ^{ab}	
T7	HF 15%	1529.25 ± 142.94	1070.78 ± 92.38	70.06 ± 0.69 ^b	
T8	HF 20%	1195.25 ± 50.09	839.72 ± 35.82	70.25 ± 0.22 ^{ab}	

Valores con letras iguales en la misma columna, no difieren estadísticamente. (Tukey $\alpha = 0.05$); ($p < 0.05$), * Diferencia estadística significativa.

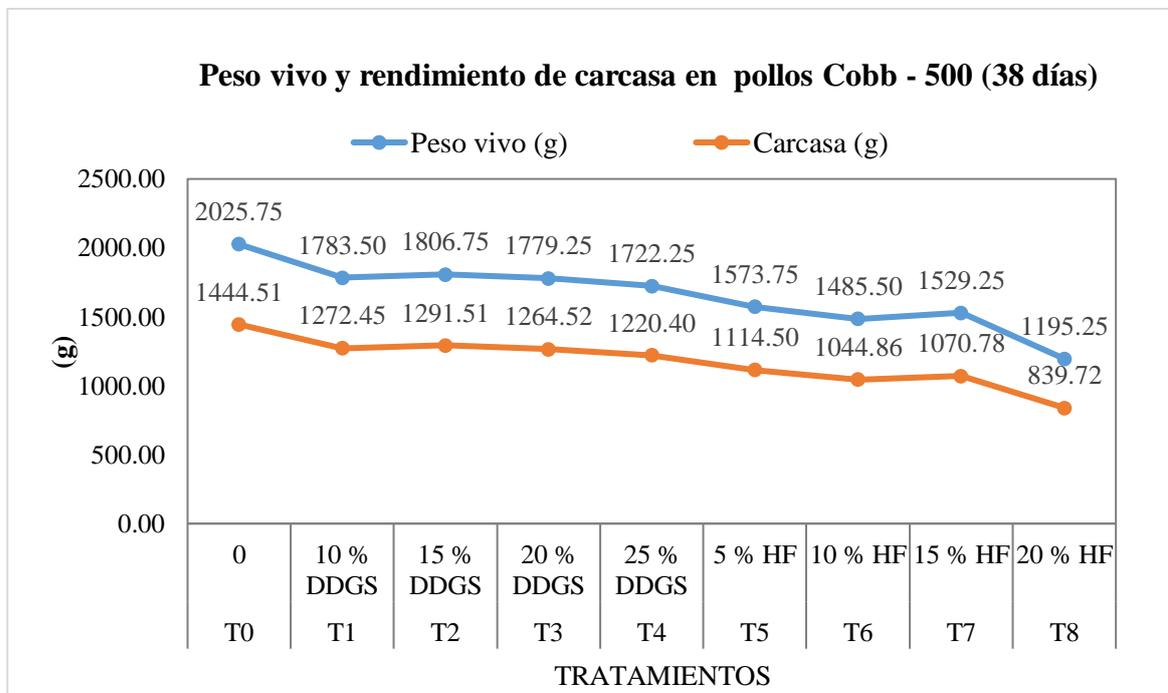


Figura 20. Peso vivo y carcasas en pollos Cobb - 500 (38 días de edad).

En la Figura 21, se muestran el RC para cada uno de los tratamientos a diferentes niveles de DDGS y HF.

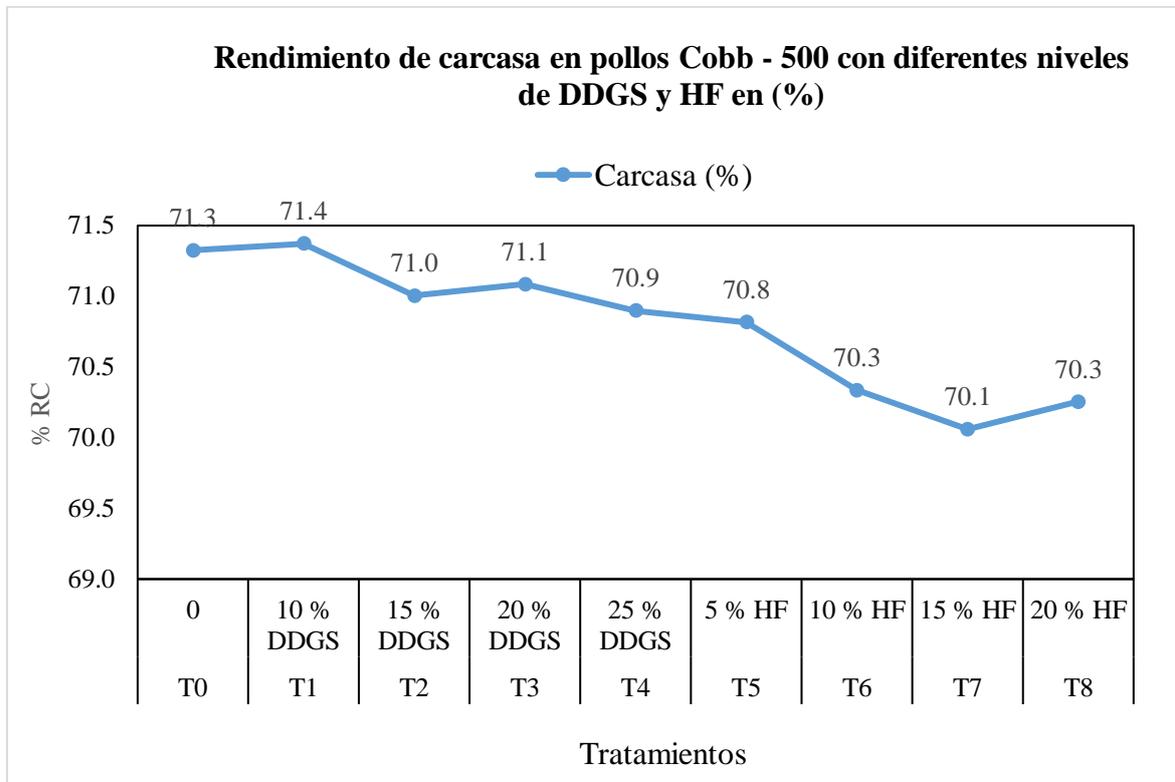


Figura 21. Rendimiento de carcasa en pollos Cobb - 500 con diferentes niveles de DDGS y HF (%).

4.4.5. Mérito económico (índice relativo económico sobre los costos de alimentación)

El índice relativo económico (IRE), se define como la retribución calculada sobre la base de los costos de alimentación incurridos durante la fase experimental de crecimiento y engorde, debido a que las cantidades de insumos no tradicionales (DDGS y HF) incluidas como reemplazos de insumos tradicionales en las raciones estándar en la alimentación de pollos de carne y representó la única variación dentro de costos de producción. Se ha obtenido el costo de cada una de las raciones de crecimiento y engorde, para estimar el efecto de los insumos no tradicionales sobre la variación en el costo final por alimentación (Tabla 27)

Se halló el IRE, considerando el valor de venta de la canal (S/.6.80/kg) y el valor del pollo en pie (S/.3.60/kg). Los resultados se muestran en (Tabla 27). El IRE, fue disminuyendo conforme aumentaban los niveles de inclusión de DDGS y HF, siendo negativo con precio de venta a partir del 15 y 20% de HF.

El margen de utilidad estándar por la venta de un kg de pollo en canal fue de S/.1.97/kg para el T0, seguido del T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8, con 1.82, 1.60, 1.44, 1.31, 1.39, 1.25, 1.15 y 0.73 S/. por kg de pollo en carcasa respectivamente (Tabla 28); también se halló la proporción del nivel de ingreso sobre el costo de alimentación, tanto para la venta en carcasa o como pollo en pie (pollo vivo); pues el nivel de proporción fue disminuyendo a medida que se incrementaron los niveles de inclusión de los insumos no tradicionales DDGS y HF en ambos casos, fue mayor el beneficio de comercializar pollo en canal.

- **Margen de Utilidad:** Obtenido de la diferencia entre el ingreso unitario (S/.) por la venta de pollo comercializado en carcasa y el costo unitario por concepto de alimentación (S/.), se ha obtenido el margen de utilidad (S/.) por cada tratamiento (Figura 22).

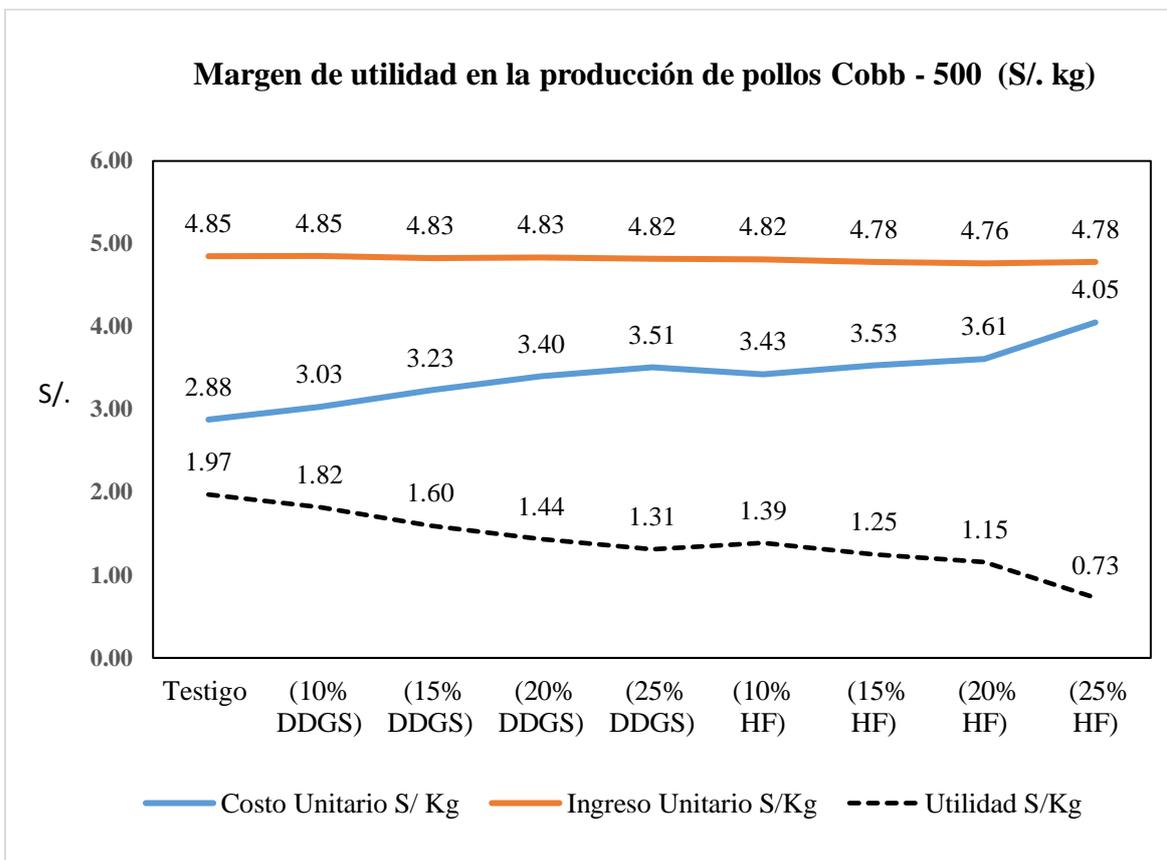


Figura 22. Margen de Utilidad en la producción de pollos Cobb - 500 (S/. kg).

- **Índice Relativo Económico (IRE):** Obtenido como la diferencia de ingreso total (S/.) por tratamiento y costo total (S/.) por concepto de alimentación (suma de los costos de las raciones en la fase de crecimiento y engorde). Los índices calculados se presentan en la Figura 23.

ÍNDICE RELATIVO ECONÓMICO SOBRE EL COSTO DE ALIMENTACIÓN

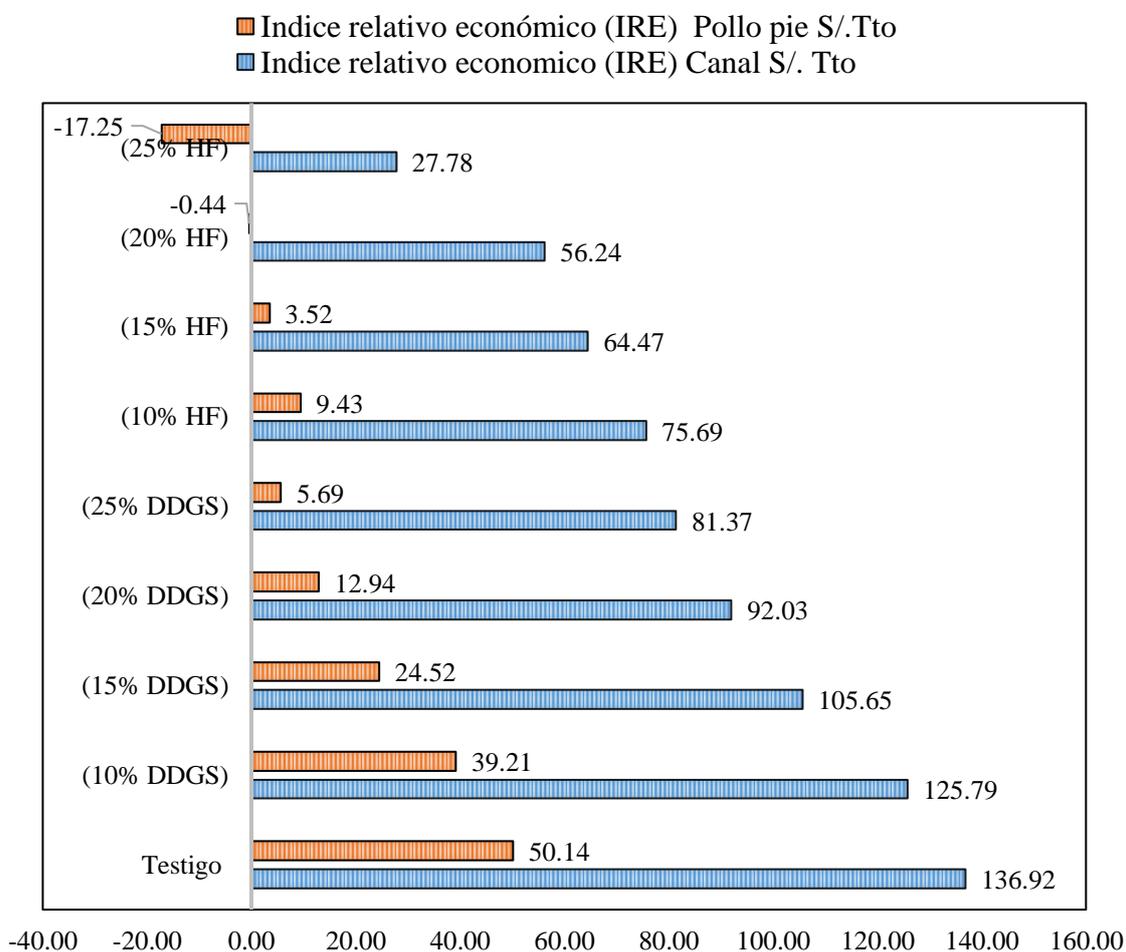


Figura 23. Índice relativo económico sobre el costo de alimentación por cada tratamiento en pollos Cobb - 500.

Tabla 27. Mérito económico (índice relativo económico), en base a los insumos de las raciones con DDGS y HF

Descripción	Testigo	(10% DDGS)	(15% DDGS)	(20% DDGS)	(25% DDGS)	(5% HF)	(10% HF)	(15% HF)	(20% HF)
Costo en alimentación Crecimiento + engorde S/. (A)^{a/}	199.74	209.50	213.30	217.81	217.43	186.82	181.98	175.73	154.92
Peso vivo final (g)	1928.16	1919.06	1835.00	1780.53	1721.63	1514.25	1431.31	1352.50	1062.31
Numero de pollos logrados	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Total de peso vivo (kg)	69.41	69.09	66.06	64.10	61.98	54.51	51.53	48.69	38.24
Rendimiento de carcasa (%)	71.33	71.37	71.00	71.09	70.90	70.82	70.34	70.06	70.25
Total de canal de pollo (kg)	49.51	49.31	46.91	45.57	43.94	38.60	36.24	34.11	26.87
Precio de venta S/. kg de carcasa	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80
Total de ingresos (S/. (B))	336.66	335.29	318.95	309.84	298.80	262.51	246.45	231.96	182.70
Índice relativo económico (IRE) (B - A)	136.92	125.79	105.65	92.03	81.37	75.69	64.47	56.24	27.78
Total de peso vivo (kg)	69.41	69.09	66.06	64.10	61.98	54.51	51.53	48.69	38.24
Precio de venta pollo en pie S/. kg	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
Total de ingresos (S/. (C))	249.89	248.71	237.82	230.76	223.12	196.25	185.50	175.28	137.67
Índice relativo económico (IRE) (C - A)	50.14	39.21	24.52	12.94	5.69	9.43	3.52	-0.44	-17.25

^{a/}Costos de alimentación en crecimiento y engorde (Tablas: 48 y 49 de resultados y anexos Tablas: 52, 53, 54 y 55)

Tabla 28. Calculo de utilidad en la producción de pollos Cobb – 500, bajo los diferentes tratamientos

Descripción	Testigo	(10% DDGS)	(15% DDGS)	(20% DDGS)	(25% DDGS)	(10% HF)	(15% HF)	(20% HF)	(25% HF)
Costo unitario S/. kg	2.88	3.03	3.23	3.40	3.51	3.43	3.53	3.61	4.05
Ingreso unitario S/. kg	4.85	4.85	4.83	4.83	4.82	4.82	4.78	4.76	4.78
Utilidad S/. kg	1.97	1.82	1.60	1.44	1.31	1.39	1.25	1.15	0.73
Proporción de ingresos sobre el costos de alimentación con venta de carne de pollo (B/A)	1.69	1.60	1.50	1.42	1.37	1.41	1.35	1.32	1.18
Proporción de ingresos sobre el costos de alimentación con venta de pollo vivo (B/A)	1.25	1.19	1.11	1.06	1.03	1.05	1.02	1.00	0.89

Tabla 29. Prueba de promedios de Tukey (0.05) por tratamiento según índices productivos en pollos de carne Cobb - 500

N° Índices productivos	Tratamientos								
	Testigo	Niveles de DDGS (%)				Niveles de harina de frijol HF (%)			
	T0	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)	T4 (25%)	T5 (5%)	T6 (10%)	T7 (15%)	T8 (20%)
I. PESOS SEMANALES (g)									
CRECIMIENTO									
1ra semana (15 - 21 días)	695.40 ^a	696.85 ^a	648.06 ^b	643.23 ^{bc}	612.31 ^c	467.94 ^d	444.16 ^{de}	419.44 ^{ef}	388.52 ^f
2da semana (22 - 28 días)	1132.70 ^a	1137.00 ^a	1048.60 ^b	1016.90 ^{bc}	983.93 ^c	799.55 ^d	727.59 ^e	668.88 ^f	527.71 ^g
ENGORDE									
3ra semana (29 - 35 días)	1710.90 ^a	1686.40 ^a	1592.80 ^b	1547.40 ^{bc}	1490.30 ^c	1292.10 ^d	1225.60 ^e	1153.90 ^f	886.66 ^g
4ta semana (36 - 38 días)	1928.20 ^a	1919.10 ^a	1835.00 ^b	1780.50 ^{bc}	1721.60 ^c	1514.30 ^d	1431.30 ^e	1352.50 ^f	1062.30 ^g
II. GANANCIA DE PESO SEMANAL (g)									
CRECIMIENTO									
1ra semana (15 - 21 días)	365.27 ^a	364.17 ^a	317.69 ^b	312.43 ^b	285.52 ^b	163.63 ^c	140.13 ^{cd}	125.31 ^d	90.75 ^e
2da semana (22 - 28 días)	437.30 ^a	440.18 ^a	400.58 ^{ab}	373.70 ^{bc}	371.62 ^{bc}	331.62 ^c	283.44 ^d	264.44 ^d	154.18 ^e
ENGORDE									
3ra semana (29 - 35 días)	578.21 ^a	549.39 ^{ab}	544.17 ^{abc}	530.51 ^{abc}	506.40 ^{bc}	495.52 ^{bc}	487.70 ^{bc}	484.97 ^c	358.96 ^d
4ta semana (36 - 38 días)	217.24 ^{ab}	232.65 ^{ab}	242.19 ^a	233.09 ^{ab}	231.29 ^{ab}	222.14 ^{ab}	205.69 ^{ab}	198.64 ^{ab}	175.64 ^b
Ganancia de peso total (GPT)	1598.00 ^a	1586.40 ^a	1504.60 ^b	1449.70 ^{bc}	1394.80 ^c	1212.90 ^d	1117.00 ^e	1073.40 ^e	779.54 ^f
III. CONSUMO DE ALIMENTO (g)									
CRECIMIENTO									
1ra semana (15 - 21 días)	1322.60 ^a	1354.70 ^a	1285.40 ^a	1304.10 ^a	1255.30 ^{ab}	1081.80 ^{bc}	997.73 ^{cd}	898.93 ^{de}	744.38 ^e
ENGORDE									
2da semana (22 - 28 días)	1659.30 ^a	1652.90 ^a	1711.40 ^a	1668.90 ^a	1654.80 ^a	1635.30 ^a	1625.13 ^a	1613.40 ^a	1451.60 ^b
TOTAL									
TOTAL	2981.90 ^a	3007.70 ^a	2996.80 ^a	2972.90 ^a	2910.10 ^{ab}	2717.00 ^{bc}	2622.90 ^{cd}	2512.40 ^d	2195.90 ^e
IV. CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)									
CRECIMIENTO (15 - 28 días)									
1ra semana (15 - 21 días)	1.65 ^a	1.69 ^{ab}	1.79 ^{ab}	1.91 ^{abc}	1.91 ^{abc}	1.76 ^{ab}	1.84 ^{abc}	2.15 ^{cd}	2.29 ^d
ENGORDE (29 - 38 días)									
2da semana (22 - 28 días)	2.09 ^a	2.12 ^a	2.18 ^a	2.19 ^a	2.25 ^a	2.13 ^a	2.15 ^a	2.36 ^a	2.73 ^b
TOTAL									
TOTAL	1.87 ^a	1.90 ^a	1.98 ^{ab}	2.05 ^{ab}	2.08 ^{ab}	1.94 ^a	1.99 ^{ab}	2.26 ^{bc}	2.51 ^c
V. RENDIMIENTO CARCASA (%)									
Rendimiento de carcasa (RC %)	71.33 ^{ab}	71.38 ^{ab}	71.53 ^a	71.09 ^{ab}	70.90 ^{ab}	70.82 ^{ab}	70.33 ^{ab}	70.06 ^b	70.26 ^{ab}

Letras diferentes muestran diferencias significativas, letras iguales en la misma fila no fueron significativamente diferentes.

V. DISCUSIÓN

5.1. Valor nutricional de granos secos deshidratados con solubles (DDGS) y harina de frijol (*Phaseolus acutifolius*)

La composición bromatológica de los insumos DDGS y HF, tuvieron diferencias, los componentes bromatológicos de PC, EE, FC, FND y FDA fueron mayores en el DDGS con 30.22, 4.77, 8.71, 34.50 y 14.77% respectivamente; mientras que los niveles de almidón, azúcar y cenizas fueron superiores en HF, con 29.10, 6.92 y 5.48% respectivamente.

El nivel de PC del DDGS (30.22%), fue similar a los hallados por Cromwell *et al.* (1993), quienes en Minnesota Dakota del Sur- USA, reportó valores de proteína de 30.20%, obtenidos en dos clases de DDGS considerados “de buena calidad”; siendo ligeramente superior a los niveles de otra de fuente considerada “de baja calidad” con 28.10%. De igual manera, el valor de PC, fue ligeramente superiores a 29.80% de proteína reportado por la NRC (1988), y al 27.48% encontrado por Cortez *et al.* (2012). El nivel de EE obtenido en el DDGS fue de 4.77%, siendo menor al 10.90 y 8.50% reportado por NRC (1998) y Campbell (2011) respectivamente.

La composición bromatológica de HF (*Phaseolus acutifolius*) para MS, PC, EE, FC, cenizas, almidón, azúcares, FDN y FDA fueron 87.57, 27.67, 1.47, 4.19, 5.48, 29.01, 6.92, 9.14 y 1.14% respectivamente, resultando diferentes al reporte de otra variedad de frijol (*Vigna unguiculata*) realizado por Trompiz *et al.* (2002), quienes encontraron valores de MS, PC, EE, FC, cenizas, ELN y NDT de 91.75, 24.28, 0.86, 1.40, 5.50, 67.91 y 75% respectivamente. Además el valor nutricional de HF, el cual fue sometido a calor en estufa, fue semejante al 21.80% de PC encontrado en el fríjol terciopelo (*Mucuna pruriens*) previamente tostado, reportado por Encalada (2002) y utilizado en dietas de pollos. Asimismo, fue superior a los valores nutricionales encontrados por Pérez (2011), en el fríjol mungo (*Vigna radiata*), el mismo que fue previamente cocido, quien observó cómo varía la concentración de aminoácidos esenciales; donde la cocción provocó un ligero incremento en la proteína y digestibilidad verdadera; e indica la presencia de factores anti nutricionales que estarían presentes en el fríjol mungo tales como taninos, fitatos, e inhibidores de tripsina, estas mismas sustancias podrían estar presentes en HF (*Phaseosulos acutifolios*) a pesar del tratamiento térmico en estufa. Sin embargo, queda abierta la posibilidad de seguir

investigando la calidad nutritiva del frijol, pues de acuerdo a Díaz *et al.* (2002), citado por Pérez (2011) quienes evaluaron los granos de frijol de *Vigna radiata*, no encontraron evidencias significativas en factores anti nutricionales para las variedades estudiadas, al oscilar entre 0,22 a 0,37% de taninos totales y 0,99 a 1,35 mg/g de inhibidores de tripsina, lo que no limitaría el potencial de utilización de indicadores nutricionales ya que desde el punto de vista biológico no influiría en el comportamiento fisiológico de los animales.

5.2. Ganancia de peso en pollos Cobb - 500 en las fases de crecimiento y engorde

La ganancia de peso durante la fase de crecimiento, en el tratamiento T1 (10% DDGS) fue de 696.85 ± 10.96 g, no fue afectado por el nivel de inclusión de DDGS, manteniéndose de forma similar durante la segunda, tercera y cuarta semana con 1137.02 ± 21.26 , 1686.42 ± 24.10 y 1919.06 ± 30.36 g respectivamente, comportamiento similar al tratamiento testigo (T0), el mismo que en la cuarta semana finalizó con un peso de 1928.16 ± 26.45 g, estos valores fueron muy diferentes a los obtenidos por el USGC (2004), quienes señalaron que se puede obtener un desempeño productivo excelente en pollos de engorde con pesos de 441 g a los 14 días de edad, de 1346 g a los 29 días y 2001 g a los 38 días de edad, cuando se añade 10% de DDGS a dietas de iniciación, crecimiento y acabado de pollos de engorde.

En el estudio realizado, la ganancia de peso se vio afectado a partir de los niveles del 15% de DDGS, resultado que se aproxima al reporte de Cortes *et al.* (2012), quienes en pollos de la línea Ross, evaluaron niveles de DDGS al 7, 14 y 21% por un periodo de duración de 1 - 49 días, concluyendo que la adición del 7% de DDGS, no afectó el comportamiento productivo.

Martínez (2004) y Lumpkins *et al.* (2004) citados por Cortes *et al.* (2012), indican que niveles de la inclusión del 6% de DDGS en dietas maíz- soya para pollos de engorda de 0 a 21 días de edad y del 12 al 15% de DDGS en pollos de 22 a 42 días de edad, no afectarían el rendimiento productivo. Así mismo se menciona a Loar *et al.* (2009), quienes encontraron una mejor respuesta productiva en pollos de engorda cuando incluyeron 8% de DDGS, sin encontrar diferencias en el rendimiento de carcasa. En otro estudio, Cortes *et al.* (2012), obtuvo 2229 g de peso con inclusión de 7% de DDGS; y de 2320 g con 14% de DDGS, superior al obtenido en el presente trabajo con nivel de 10% DDGS que se logró pesos de 1919.06 ± 30.36 g.

En los demás tratamientos la ganancia de peso fue descendiendo conforme se incrementaron los niveles de DDGS y de HF, esto estaría relacionado al nivel y calidad de nutrientes de la soya que se van reemplazados con los DDGS y HF; debido posiblemente a que los DDGS en el proceso de extracción de almidón son sometidos a altas temperaturas que estarían afectando la digestibilidad de los aminoácidos esenciales sobre todo lisina, metionina, cistina y triptófano.

Noll *et al.* (2007), manifiestan que la lisina es el primer aminoácido limitante en las dietas de aves y debido a su susceptibilidad al daño por calor, la digestibilidad de la lisina será una limitante en el uso de DDGS, ya que la digestibilidad de la lisina oscila entre 0.39 - 0.65%, por lo que niveles superiores de 20% DDGS afectaría el crecimiento, esto es corroborado por USGC (2012), quienes indican que la cantidad y duración del calentamiento está altamente correlacionado con la digestibilidad de la lisina. Por ello se afirma que se afecta el nivel de digestibilidad de la lisina entre las fuentes de DDGS de acuerdo al calor sometido.

Posiblemente los factores climáticos, condiciones de medio ambiente, niveles y calidad de DDGS que reemplazaron de manera importante a la torta de soya, podría estar relacionado con un desbalance de aminoácidos esenciales, se sabe que la soya tiene un perfil de aminoácidos superior comparados al DDGS, razón por la cual el pollo pudo haber sido afectado en su crecimiento y por ende el aumento en la conversión alimenticia, tal como se mencionan en diversas fuentes.

Los niveles de inclusión de HF, generaron ganancias de peso menores a todos los niveles de inclusión de DDGS; tanto así que nivel de inclusión del 5% de HF, alcanzó solamente el 67.29, 70.59, 77.82 y 81.45% del peso que se obtuvo con el T0 durante 1^{ra}, 2^{da}, 3^{ra} y 4^{ta} semana de evaluación, así mismo fueron inferiores a las ganancias de peso generadas con todos los niveles evaluados de DDGS.

La ganancia de peso con HF, resultó afectada sobre todo en la etapa temprana de crecimiento, lo que se podría atribuir como efecto de baja disponibilidad del perfil de nutrientes esenciales del frijol, que afectarían la digestibilidad del alimento; a pesar de haber recibido tratamiento previo con calor en estufa, aún estarían activos parte de factores anti enzimáticos que limitan el metabolismos de las proteínas; sin embargo a partir de la tercera semana hubo una recuperación sustancial en la tasa de ganancia de peso, pero el tiempo ya no fue suficiente para que los pollos compensen el peso a los 38 días.

Hubo diferencias significativa en ganancia de peso, entre los diferentes niveles de HF, logrando: T5 (1570.00 ± 44.86 g); T6 (1484.56 ± 21.83 g); T7 (1352.50 ± 39.21 g); T8 (1062.31 ± 27.58 g), resultados que fueron menores a los obtenidos por Trompiz *et al.* (2002), quienes evaluaron pollos de carne con 2 niveles de harina de frijol *Vigna unguiculata*, al 8 y 16% de sustitución parcial del alimento balanceado por un periodo de 42 días, la ganancia total de peso reportado fue de 1890 y 1800 g respectivamente e indica que no se encontró diferencias significativas en la ganancia de peso.

5.3. Consumo de alimento en la fase de crecimiento y engorde

a. Fase de crecimiento

Respecto al consumo de alimento (CA), hubo diferencia estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.01$), durante el crecimiento y engorde; no hubo diferencia significativas en CA en la fase de crecimiento desde los 15 a 28 días de los tratamientos. Los consumos mas altos se lograron con el T0 (1322.62 ± 66.08 g), seguido de 10% DDGS (1354.73 ± 81.27 g), siendo afectado con la inclusion de 25% de DDGS con 1255.3 ± 83.45 g. Todos los niveles de inclusion de HF, afectaron el consumo: 5% (1081.77 ± 84.90 g), 10% (997.73 ± 14.15 g), 15% (898.93 ± 53.62 g) y 20% (744.38 ± 24.12 g), disminuyeron conforme se incrementaron los niveles de inclusion de HF.

b. Fase de engorde

En esta fase hubo diferencias significativas entre tratamientos en CA, siendo similares entre los diferentes niveles de DDGS y HF: T1 (1652.94 ± 19.82), a excepción del T8 (20% HF), lográndose solamente 1451.56 ± 94.62 g.

c. Consumo total

No hubo diferencias significativas, los promedios de consumo entre tratamientos fueron similares entre sí con los niveles de DDGS, destacando el T1 (3007.67 ± 3.59 g); y fue disminuyendo con la HF, el consumo más bajo correspondió al T8 (2195.94 ± 4.87 g). A partir del nivel de 25% de DDGS y con todos los niveles de frijol el consumo fue disminuyendo, esto concuerda con la literatura, en la cual Cortes *et al.* (2012) indica que el consumo de alimento fue menor cuando se incluyó niveles de 0 y 7%, y mayor consumo con niveles de 14 y 21% de DDGS.

También los resultados de consumo de alimento con los T1, T2, T3 y T4 del presente estudio fuer mayor a lo reportado por USGC (2004), en pollos de carne alimentados con 10% de DDGS, que durante la fase de crecimiento (14 - 29 días) el consumo promedio fue de 1401 g; durante el engorde (29 - 38 días) fue de 1432 g, y durante todo el periodo hasta los 38 días el consumo total fue de 2865 g, muy similares a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

5.4. Índice de conversión alimenticia fase de crecimiento y engorde (ICA)

Los tratamientos con DDGS más cercano al ICA del T0 (1.65 ± 0.07) durante la fase de crecimiento (15 a 29 días) fueron con el T1 (10% DDGS) (1.69 ± 0.13) y T2 (15% DDGS) (1.79 ± 0.15) y el tratamiento con T5 (5% HF) (1.76 ± 0.20).

Durante le etapa engorde no hubo diferencias entre los tratamientos y los mejores niveles fueron: T0 (2.09 ± 0.04); T1 (2.11 ± 0.03), T5 (2.12 ± 0.10); T6 (2.15 ± 0.04). La tendencia fue a incrementarse el nivel de conversión conforme se elevó los niveles de inclusión tanto de DDGS y HF. Mientras que el índice de conversión total (ICT) no fue hubo diferencias para los tratamientos T0 (1.87 ± 0.06); T1 (1.90 ± 0.07) y T5 (1.94 ± 0.15).

Los ICA logrados, fueron diferentes a los obtenidos por Cortes *et al.* (2012), quienes lograron en pollos de carne con niveles de 7, 14 y 21% de DDGS, conversiones de 1.90, 2.01, 2.03 respectivamente e indican que el 7% no afectaría la conversión alimenticia. Por otro lado, la conversión obtenida fue mayor a lo reportado por USGC (2004), con conversión en pollos de carne de 1.55 entre 14 - 29 días de edad; de 0.96 desde los 29 - 38 días de edad y 1.65 desde los 0 a 38 días de edad.

El nivel de conversión en pollos como efecto de las dos fuentes alimenticias en estudio indicarían que los componentes nutritivos de estas, serian de menor calidad que en las raciones estandarizadas, de uso común a las cuales se ha reemplazado, es por ello que niveles altos de inclusión a afectan el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia.

5.5. Rendimiento de carcasa

Los tratamientos con niveles de 15 y 20% de DDGS, fueron los más sobresalientes en rendimiento de carcasa con 71.00 ± 0.69 y $71.09 \pm 0.69\%$ respectivamente; mientras que los niveles de 5 y 10 de HF, de tuvieron rendimientos de 70.82 ± 0.45 y $70.34 \pm 0.24\%$, estos

fueron similares a los tratamientos T0 y T1 con 71.33 ± 0.69 y $71.37 \pm 0.69\%$, respectivamente; y que además fueron semejantes a los obtenidos por Cortes *et al.* (2012), quienes lograron con 7, 14 y 21% de DDGS, rendimientos de carcasa de 70.20, 70.50 y 70.10% respectivamente ($p > 0.05$). La conversión de alimentos varía de acuerdo a la edad, sexo y peso del ave, lo mejor es comprender dichas variaciones y sus implicancias en las ganancias de peso. En la medida que el pollo de engorda envejece y se vuelve más grande, el consumo de alimento aumenta y la conversión de alimento disminuye (Codex Alimentarius, 2001).

5.6. Mérito económico

El mérito económico fue calculado sobre la base de los ingresos generados por la venta de pollo y los costos de alimentación que han involucrado los diferentes niveles de insumos no tradicionales DDGS y HF. Los tratamientos con mejor Índice Económico Relativo (IER) en soles (S/.) fueron los tratamientos T1 (S/.125.79) y T2 (S/.105.65) cercanos al T0 (S/.136.92); en los demás tratamientos fue menor a 100 soles. La utilidad hallado como la diferencia entre el ingreso unitario menos el cotos unitario por kg más alta fue de S/.1.97 y S/.1.82 correspondiendo a los tratamientos T0 y T1, respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

Los insumos evaluados DDGS y HF, incluidos en las raciones de pollos de carne, tuvieron una composición bromatológica muy diferente, con valores de proteína cruda de 30.22 y 27.67% respectivamente.

La ganancia de peso no fue afectado con nivel de inclusión del 10% de DDGS, respecto al tratamiento testigo (T0), en los demás tratamientos la ganancia de peso fue descendiendo a medida que se incrementó los niveles de DDGS y HF, lo que estaría relacionado con el nivel de nutrientes de la soya que se van reemplazando. La calidad de DDGS durante el tratamiento térmico de proceso extractivo con solubles, han afectado la digestibilidad de los aminoácidos esenciales. En la HF, aún estarían presente factores anti nutricionales que no fueron desactivados totalmente en el tratamiento térmico.

El nivel de consumo alimenticio, fue diferente entre tratamientos, el cual se incrementó a medida que se elevaron los niveles de DDGS al 10, 15 y 20%, disminuyendo cuando se incluyó nivel del 25% de DDGS. El consumo de alimento fue disminuyendo gradualmente con cada nivel de inclusión de HF al 5, 10, 15 y 20%.

El consumo total para los tratamientos con 10 y 15% de DDGS, superaron al T0, al parecer debido a la mayor palatabilidad que le confieren a la ración. Por otro lado, el consumo fue disminuyendo a medida que aumentaron los niveles de HF.

Los mejores índices de conversión alimenticia fueron logrados por los tratamientos con el 10 y 15% de DDGS con 1.69 y 1.79 respectivamente. En engorde no hubo diferencias para el ICA, lo que indica que el DDGS tiene limitaciones en aportar la cantidad suficiente de nutrientes. Por otro lado el tratamiento térmico del frijol no fue lo adecuado, los factores anti nutricionales estarían afectando la digestibilidad de la proteína.

Los rendimientos de carcasa más sobresaliente fueron los tratamientos con niveles de inclusión de 15 y 20% de DDGS, con 71.00 y 71.09% respectivamente.

El mayor índice económico relativo (IER) fue para el T1 y T2, con S/.125.79 y S/.105.65 sobre los costos de alimentación respectivamente y una utilidad neta de S/.1.97 y S/.1.82 por kg de pollo sacrificado.

VII. RECOMENDACIONES

Evaluar los índices productivos en pollos de carne con niveles de inclusión de DDGS al 7.5, 10 y 12.5% en la fase de crecimiento y engorde de pollos de carne.

Evaluar los índices productivos en pollos de carne con niveles de inclusión de harina de frijol al 5, 7.5 y 10%, previa cocción.

Realizar análisis de valor nutritivo completo (perfil de aminoácidos y ácidos grasos) para los insumos DDGS y HF, antes de ser incorporados en las raciones y comparar con predicciones NIRS y otros reportes sobre el valor nutricional de dichos insumos.

Evaluar la posibilidad de adicionar aminoácidos sintéticos extras y enzimas al alimento, durante las fases crecimiento y engorde, con el uso de diferentes niveles de DDGS y HF en alimentación de pollos de carne.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alagón, H. (2012). *Caracterización Química y Valor Nutritivo de los DDGS de Cebada, Maíz y Trigo para Conejos en Crecimiento*. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Albarracín, G. (1999). *La soya principal fuente de proteína en la alimentación de especies menores*. Boletín Técnico, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Vol. 13. Bogotá, Colombia.
- Anzules, M., Triviño, F., Gernat, A. y Murillo, G. (2006). *Efecto de la Suplementación de Enzimas (Poultry Grow 250 TM) en Dietas Basadas en Maíz, Harina de Soya y Harina Aviar para Pollos de Engorde*. Ceiba Vol 47 (1 - 2): pp. 69 - 116.
- Arrestegui, P. (2014). *Plan de negocio para instalación de una granja avícola en Chachapoyas, departamento de Amazonas*. Tesis de Licenciado en Administración de Empresas. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú.
- Asmat, C. (2013). *Analista Senior del Departamento de Estudios Económicos del banco Scotiabank*. Consultado en febrero del 2016. Disponible en: <http://gestion.pe/economia/pollo-representa-53-consumo-total-carnes-peru-2102934>.
- Association of American Feed Control Officials AAFCO (2000). Official Publication. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/404/NotFound.asp?404;/docrep/005/y1453s/1453s05.hm>
- Azurdia, C. (2014). *Cultivos Nativos de Guatemala y Bioseguridad del Uso de Organismos Vivos Modificados. Frijol (Phaseolus sp.)*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Vol. 9. Guatemala. pp. 61.
- Barthélemy, J. (1795). *Frases y pensamientos*. Consultado en febrero del 2016. Disponible en: <http://frases-y-pensamientos-infinitos.blogspot.pe>
- Brenes, A. y Brenes, J. (2003). *Tratamiento tecnológico de los granos de leguminosas: influencia sobre su valor nutritivo*. IX Curso de Especialización FEDNA. CSCI y LUCTA SA. Barcelona, España.

- Buitrago, A., Portela, R. y Eusse, S. (1992). *Grano de soya en alimentación de cerdos*. American Soybean Association. Bogotá, Colombia.
- Campbell, N. (2011). *Evaluación Económica de los DDGS y Gluten de Maíz*. Gowans Feed Consulting (US GRAINS COUNCIL). USA.
- Casey, M. O. (2014). *Tendencia de Mercado y Desafíos Asociados al Procesado y a la Calidad de Producto de la Carne de Pollo*. University of Arkanzas, Fayetteville, AR, USA. XXX Curso de Especialización FEDNA. Madrid, 5 y 6 de noviembre de 2014. Madrid, España. p. 11.
- Centurión, H. D., Espinosa, M. J. y Gómez, G. E. (2011). *Contenido de fibra dietaria de inflorescencias de palmas procesadas*. *Información Tecnológica*. 2011. vol. 22, N° 3. p. 8.
- Codex Alimentarius. (2001). *Código de Buenas Prácticas en Alimentación Animal. Materias primas, minerales, vitaminas y aditivos de los piensos*. Copenhague, Dinamarca.
- Consejo de Granos de Estados Unidos USGC. (2004). *Introducción a los granos secos de destilería con solubles de EUA. Uso de los DDGS en dietas avícolas*. USA. pp. 34 - 36.
- Cortes, A., Esparza, C., Sanabria, G., Miguel, I., Ornelas, R. y Ávila, E. (2012). *Uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas sorgo - soya para pollos de engorda y gallinas de postura*. *Rev Mex Cienc Pecu*, Vol. 3 (3). pp. 331 - 341.
- Cromwell, G. L., K. L. Herkleman, and T. S. Stahly. (1993). *Physical, chemical, and nutritional characteristics of distiller's dried grains with solubles for chicks and pigs*. *J. Anim. Sci* 71. pp. 679 - 686.
- Drago, S., González, J., Chel-Guerrero, L. y Valencia, E. (2007). *Evaluación de la disponibilidad de minerales en harinas de frijol y en mezclas de maíz - frijol extrudido*. *Información tecnológica*, Vol.18 (1). Lima, Perú. pp. 41 - 46.
- El-Hajj Malik, El-Shabazz "Malcolm X" (1965). *Frases y Citas*. Consultado en enero del 2016. Disponible en: <http://listas.economista.es/historia/1892-las-mejores-frases-de-malcom-x>.

- El cultivo del frijol historia e importancia (2010). Consultado en febrero del 2016.
Disponible en: <http://www.observatorioredsicta.info/es>.
- Encalada, P. (2002). *Uso del frijol terciopelo (Alucuna pruriens) tostado y suplementado con vitamina B6, en raciones para pollos de engorde*. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. pp. 32.
- FAO (2014). *Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Alimentos alternativos para su uso en formulaciones de alimentos para aves de corral*. pp. 5. Consultado en febrero de 2017. Disponible en: www.fao.org/3/a-al703s.pdf
- FEDNA (2010). *Aditivos en alimentación animal: Presente y Futuro. Institute of Food, Nutrition and Human Health*. Massey University, Palmerston North 4442, New Zealand. pp. 24.
- Ferreira, S. H. (2000). *Evaluación del efecto del remojo, tostado y molido del frijol terciopelo (Mucuna pruriens) en raciones para pollos de engorde*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencias y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras.
- Flour, C. B. (2010). *Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de fríjol común (Phaseolus spp.)*. Vitae, Vol. 17(3), pp. 264 - 271.
- García, C. (2014). *Preservando la calidad de la carcasa del pollo de engorde Primera parte*. Productora Nacional Avícola - PRONAVICOLA SA Valle del Cauca. Colombia. Consultado en febrero 2016. Disponible en: <http://www.pronavicola.com/contenido/carcasapollo>
- Gómez, S., Cortés, A., López, C. y González, E. (2011). *Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína*. Revista Veterinaria. México. pp. 299-309.
- Granito, M., Valero, Y. y Pérez, S. (2009). *Vida útil de granos Phaseolus vulgaris L. fermentados y listos para el consumo*. Revista de la Facultad de Agronomía, Vol. 26 (1). Bogotá, Colombia.
- Guía de avicultura (2012). *Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de Veterinaria*. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).

Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. pp. 62.
Disponible en: <https://www.uclm.es/profesorado/>

Guía de manejo del pollo de carne Cobb - 500. Noviembre 15, (2013). pp. 73. Disponible en: www.cobb-vantress.com

<http://minagri.gob.pe/portal/objetivos/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/307-alimentos-balanceados>

Leclercq, B. (1998). *El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos*. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. INRA. Paris, Francia.

León, I., Angulo y J. Madrigal. (2007) *Evaluación de la inclusión de frijol (Vigna unguiculata) en dietas para pollos de engorde*. Instituto de Investigaciones Zootécnicas CENIAP - FONAIAP. Maracay. Review MG - Vol. 22. pp. 13 -14.

Loar II, R. E., Schilling, M. W., McDaniel, C. D., Coufal, C. D., Rogers, S. F., Karges, K. y Corzo, A. (2010). *Effect of dietary inclusion level of distillers dried grains with solubles on layer performance, egg characteristics, and consumer acceptability*. J. Appl. Poult. Res., Vol. 19 (1). pp. 30 - 37.

Łukasiewicz, M., Pietrzak, D., Niemiec, J., Mroczek, J. y Michalczuk, M. (2012). *Application of dried distillers grains with solubles (DDGS) as a replacer of soybean meal in broiler chickens feeding*. Arch. Tierz, Vol. 5. México. pp. 496 - 505.

Manual de DDGS. Consejo de Granos de Estados Unidos (USGC) (2012). Correo electrónico grains@grains.org. Disponible en: www.grains.org.

Mattocks, J. (2009). *Nutrición para aves de postura*. Una publicación de ATTRA-Servicio Nacional de Información de Agricultura. Disponible en www.attra.ncat.org/español. *Nutricionista de Aves y Ganadería The Fertrell Company© NCAT.

Mejía, L. (1992). *Programas de Alimentación en Broilers y "Pollo Alternativo"* G. Santomá TECNA SA. Barcelona. Madrid, 10 y 11 de noviembre de 1994. X Curso de Especialización FEDNA.

- MINAGRI. (2012^a). *Perfil comercial del frijol canario, elaborado por la Asociación Regional de Exportadores Lambayeque (AREX) Área de Comercio Exterior*. Sierra Exportadora. pp.36. Disponible en: <http://www.sierraexportadora.gob.pe>.
- MINAGRI. (2012^b). *Resultados definitivos de IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. INEI. Consultado en diciembre del 2015. Disponible en <https://www.minagri.gob.pe>.
- MINAGRI. (2013^a). Instituto Nacional de Estadística e Informática - IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO).
- MINAGRI. (2013^b). *Producción pecuaria e Industrial Avícola*. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (OEEE). pp. 168. julio 2014. Disponible en www.siea.minagri.gob.pe.
- MINAGRI. (2014^a). Agrario Compendio Estadístico Perú. Producción Agropecuaria. pp. 83. Consultado en febrero del 2016. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones.../cap12.pdf>.
- MINAGRI. (2014^b). *Compendio estadístico, Instituto Nacional de Estadística e Informática - IV Censo Nacional Agropecuario*.
- MINAGRI. (2015^a). *Asociación Regional de Exportadores Lambayeque*. AREX Ministerio de Agricultura y Riego, Sierra Exportadora. Lambayeque, Perú.
- MINAGRI - SIEA. (2015^b). *El Anuario de Producción Pecuaria y Avícola 2015*, Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA), Ministerio de Agricultura y Riego. Disponible en: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=produccion-pecuaria-e-industria-avicola>.
- MINAGRI. (2015^c). *Alimentos balanceados*. Ministerio de Agricultura y Riego. Av. La Universidad N° 200 - La Molina. Copyright © 2015.
- MINAGRI. (2016). *Precios por mayor en Centros de Distribución de Aves Vivas*. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas - Dirección Estadística Agraria (DGSEP - DEA).
- Miranda, L. S., Rincón-Reyes, H., Muñoz, R., Higuera, A., Arzalluz, A. M. y Urdaneta, H. (2006). *Utilización de granos de frijol Vigna unguiculata (L.) En dietas convencionales para pollos de engorde, durante la fase de crecimiento*. XIII Congreso

- Venezolano de Producción e Industria Animal. AVPA. Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Disponible en: www.avpa.ula.ve/.
- Moreno, A. (2006). *Manejo y Evaluación Económica de la Producción Animal, índices Productivos*. Curso de Especialización en Producción Animal. EPG. UNALM.
- Muñoz, M. (2002). *Los alimentos y sus nutrientes: Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos*. Edición Internacional. Editorial McGraw-Hill Interamericana, Health Care Group.
- Muñoz, R. (2010). *Frijol, rica fuente de proteínas*. Gobierno Federal CONABIO. Biodiversitas, Vol. 89, pp.7 - 11.
- Naranjo, V., Rivadeneyra, O., Gernat, A. y Murillo, G. (2005). *Evaluación del Suplemento Proteasa (Poultry Grow 250 TM) en Dietas Basadas en Maíz, Harina de Soya y Harina Aviar Para Pollos de Engorde*. Resúmenes de Tesis de Zootecnia, 2005.
- Neil, Campbell. (2010). *Evaluación económica de los DDGS y Gluten Maíz*. Gowans Feed Consulting. U.S. GRAINS COUNCIL.
- Noll, S., Parsons, C., and Dozie, W., (2007). *Formulación de las dietas aves de corral con DDGS*. 5ª Conferencia Nutrición del Atlántico Medio. 2007. Universidad de Minnesota Servicio de Extensión E. 1364 Ave St. Paul, MN 55108.
- Noll, S., C. Abe y J. Brannon. (2003). *Composición de Nutrientes de los granos secos de maíz destilados con solubles. Aves de corral (Supplement): p. 71*.
- Ñañez, D. (2012). *“Elaboración y evaluación de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de frijol calima (Phaseolus vulgaris) en la institución educativa agropecuario de Párraga”*. Noviembre 2012. Consultado en febrero 2016. Disponible en: <http://www.frijoldanielamartha.blogspot.pe/2012/11>.
- Ojeda, M. W. (2012). *Curso Emprendedores en Producción y Comercialización de pollo de engorde*. Programas jóvenes rurales emprendedores junio 12 de 2012. Biblioteca del campo. Consultado en febrero del 2016. Disponible en <http://pollosantacoa.blogspot.pe/p/manual-practico-de-pollos.html>.
- Organización de la nación unidad para la alimentación y la agricultura (FAO). *Glosario de Términos*. p. 16. Consultado en febrero del 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s07.pdf>.

- Penz, A. M. (1998). *Plan estratégico regional agrario de Amazonas 2009 - 2015*. Avances en la alimentación de monogástricos. Amazonas, Perú.
- Pérez, R. M. (2011) *Evaluación de la Composición Nutricional y Digestibilidad Aparente e Ileal en Porcinos, del frijol mungo (Vigna radiata) con y sin tratamiento térmico*. Convenio Universidad Nacional de Colombia- Ciencias Agropecuarias, Universidad del Tolima Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ibagué, Colombia.
- Puricelli, E. (2011). *Las Carnes en el Mundo*. Instituto de Estudios Económicos Bolsa de Cereales. Rev. Brangus, Bs. As., Vol. 33 (63): pp. 60 - 64. <http://www.produccion-animal.com.ar/>.
- Ravindran, V. (2010). “Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo”. Monogastric Research Centre, Institute of Food, Nutrition and Human Health, Massey University, Palmerston North, Nueva Zelandia.
- Rentería, M. O. (2007). *Manual Práctico del Pollo de Engorde*. Gobernación del Valle del Cauca, Secretaria de Agricultura y Pesca. p. 19. 07 de agosto del 2007. Disponible en: www.valledelcauca.gov.co/agricultura/descargar.php?id=2333.
- Reviews Zootecnia, (2013). *Uso de los DDGS en Dietas Avícolas*. Distillers Grains Technology Council 2013. All rights reserved. Iowa State University | 3167 NSRIC Bldg. | Ames, IA 50011 [ph] (515) 294-4019 | karosent@iastate.edu.
- Ruskin, J. (1900). Del libro, "*Las Siete Lámparas de la Arquitectura*". Consultado en febrero del 2016. Disponible en: <http://www.jmhdezhdez.com>.
- Salar, H. S., Oviedo, A. F. y Casanova, G. L. (2012). *Maíz Amarillo Duro*. Principales aspectos de la Cadena Agroproductiva. MINAGRI. Centro de Documentación Agraria-CENDOC. 1ra Edición: noviembre 2012. p. 31. Lima, Perú.
- Santiago, G. R., Cortés, C. A., López, C. C. y Ávila, G. E. (2011). *Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, 04360, México, DF.
- Shim, M. Y., Pesti, G. M., Bakalli, R. I., Tillman, P. B. y Payne, R. L. (2011). *Evaluation of corn distillers dried grains with solubles as an alternative ingredient for broilers*. Poult. Sci., Vol. 90 (2); <http://ps.fass.org/cgi/content/abstract/90/2/369/>

- Shurson, J., Spiehs, M. y Whitney M. (2004). *Recomendaciones Alimenticias y Ejemplos de Dietas Para Cerdos con Granos Secos de Destilería con Solubles (DDGS)*. Department of Animal Science. University of Minnesota, St. Paul, p. 2.
- Sitio argentino de Producción Animal (2011). *Las carnes en el mundo*. Buenos Aires, Argentina. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/126
- Sorrentino, S. (2013). *Evaluación nutricional y sensorial de pollo de campo e Industrial*. Repositorio Digital de la Universidad FASTA (REDI).
- Talamantes, S. (2013). *Conservación y aprovechamiento de poblaciones nativas de frijol común del centro-sur de México*. México.
- Tom, F. (2010). *Nuevas estrategias para mejorar el valor y el rendimiento de las aves*. Revista Intestinal Health. Latinoamérica edición 5, p. 40. Copyright 2010, Intervet International B.V. Disponibles en www.ThePoultrySite.com/IntestinalHealth
- Trompox, J., Ventura, M., Esparza, D., Alvarado, E., Betancourt, E. y Padrón-Morales, S. (2002). *Evaluación de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de frijol (Vigna unguiculata) en la Alimentación de pollos*. Venezuela. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, octubre, pp.478 - 480, 2002.
- US GRAINS A GUIDE TO (2012). *Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS)*. pp. 406. Consultado en febrero del 2017. Disponible en: <http://www.grains.org/sites>
- Vázquez, Y., Bernal, H., Valdiviá, M., Gutiérrez, E., Castellanos, L. M., Hernández, C. A, Juárez, A. y Cerrillo María, A. (2013). *Utilización de granos de destilería deshidratados con solubles (GDDS) en dietas para conejos de ceba*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 47, Número 1, 2013. p. 5.
- Villavicencio, M. (2006). *Soya (Glycine max) Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia Colombiana*. Plan Estratégico de investigación y Desarrollo Tecnológico de la Soya. CORPOICA. Julio del 2006. Edit Guadalupe. Bogotá, D.C.
- Waldroup, P. W., Owen, J. A., Ramsey, B. E. y Welchel, D. L. (1981). *El uso de altos niveles de granos secos de destilería con solubles, en dietas de pollos de engorde*. Poultry Sci. Vol. 60, pp.1479 - 1484. <http://www.ThePoultrySite.com/>.

IX. ANEXOS

Tabla 30. ANVA: Tratamientos con diferentes niveles de DDGS y HF, en índices productivos en pollos Cobb -500

N°	INDICES PRODUCTIVOS	Fc	Pr > F	CV %	Mean	CME
I.	PESOS SEMANALES (g)					
	CRECIMIENTO					
	1ra semana (15 - 21 días)	309.00	0.00001 **	2.55	557.32	202.70
	2da semana (22 - 28 días)	763.00	0.00001 **	1.78	893.66	252.00
	ENGORDE					
	3ra semana (29 - 35 días)	428.00	0.00001 **	1.91	1398.50	715.00
	4ta semana (36 - 38 días)	425.00	0.00001 **	1.77	1616.10	819.00
II.	GANANCIA DE PESO SEMANAL (g)					
	CRECIMIENTO					
	1ra semana (15 - 21 días)	248.00	0.0000 **	5.78	240.54	193.20
	2da semana (22 - 28 días)	97.40	0.0000 **	5.53	339.67	353.20
	ENGORDE					
	3ra semana (29 - 35 días)	23.40	0.00001 **	5.15	503.98	674.50
	4ta semana (36 - 38 días)	2.55	0.0330 *	12.12	217.62	695.31
	Ganancia de peso total (GPT)	331.00	0.00001 **	2.33	1301.80	919.00
III.	CONSUMO DE ALIMENTO (g)					
	CRECIMIENTO	34.60	0.00001 **	6.50	1138.30	5481.00
	ENGORDE	9.00	0.00001 **	2.97	1630.30	2351.10
	CONSUMO TOTAL	45.00	0.00001 **	3.03	2768.60	7052.00
IV.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)					
	CRECIMIENTO (15 - 28 días)	4.74	0.0010 **	10.28	1.8853	0.03753
	ENGORDE (29 - 38 días)	8.99	0.00001 **	5.95	2.2419	0.01778
	CONVERSIÓN ALIMENTICIA TOTAL	11.70	0.00001 **	5.74	2.0628	0.01403
V.	RENDIMIENTO CARCASA (%)	3.11	0.0127 *	0.85	70.852	0.36423

Ft = 2.30 - α = 0.05*; Ft = 3.26; α = 0.01**/* Significativo; ** Altamente significativo.

Tabla 31. Operacionalización de las variables

N°	VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADOR	UNIDADES
1	Peso vivo (PV)	Son los pesos individuales de pollos promedio en cada repetición y dentro de cada tratamiento.	Pesos logrados	kg/pollo
2	Ganancia de peso (GP)	Son las ganancias de peso promedio de pollos entre semana a semana de evaluación dentro de cada repetición y tratamiento respectivo	Diferencia de pesos	kg/pollo/semana
3	Consumo de alimento (CA)	Son los consumos diarios promedio por pollo dentro de cada repetición y tratamiento	Consumo logrado en un determinado tiempo	kg/pollo/día/semana
4	Índice conversión alimenticia (ICA)	Es la relación entre los consumos de alimento y peso vivo ganado en un determinado periodo de tiempo	Relación de consumo y peso vivo	Sin unidades
5	Rendimiento carcasa (RC)	Es la relación entre el peso vivo final con un periodo de ayuno y el peso de carcasa respectivo.	Relación de carcasa y su peso del pollo	Porcentaje
6	Calidad de carcasa (puntaje)	Es la proporción de carne magra, apariencia general (color) y sabor	Apreciación de consumidores	Puntaje
7	Retribución económica (S/.)	Es la relación de costos que significan para cada tratamiento y el peso vivo logrado en su respectivo grupo de pollos	Lista de costos de insumos alimenticios en cada tratamiento	Soles/kg de pollo

Tabla 32. Mezcla de insumos con inclusión de DDGS y costo de la ración alimenticia de crecimiento

INSUMOS (kg)	Testigo	10% DDGS	15% DDGS	20% DDGS	25% DDGS	TOTAL	S/.kg	Testigo	10% DDGS	15% DDGS	20% DDGS	25% DDGS	TOTAL	
Maíz amarillo nacional	27.74	25.44	23.33	21.96	21.36	119.83	0.85	23.58	21.62	19.83	18.67	18.16	101.85	
Torta de soya adm 47	6.94	5.23	4.94	4.12	3.13	24.37	2.60	18.04	13.60	12.85	10.72	8.13	63.36	
Harina integral soya	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	16.00	3.80	12.16	12.16	12.16	12.16	12.16	60.80	
DDGS de maíz	0.00	4.00	6.00	8.00	10.00	28.00	2.20	0.00	8.80	13.20	17.60	22.00	61.60	
Harina pescado 65	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	4.00	5.35	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	21.40	
Carbonato de Calcio	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	2.10	0.30	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.63	
Phosbic, 18.5	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	1.60	8.00	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	12.80	
Aceite de palma	0.20	0.20	0.58	0.76	0.38	2.12	2.30	0.10	0.10	0.29	0.38	0.19	1.06	
Sal común	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.62	0.50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.31	
Lisina HCL	0.10	0.10	0.12	0.12	0.12	0.56	4.50	0.43	0.45	0.54	0.54	0.54	2.50	
Metionina DL	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.30	3.70	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	1.11	
Cloruro Colina 60%	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.20	1.50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.30	
Proapak 2A pollos	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.20	12.00	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	2.40	
Coccidiostato	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	6.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.48	
Quantum blue pollo 100	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	7.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.28	
Total	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	200.00		62.26	64.68	66.81	68.01	69.12	330.88	
		Total kg							40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	200.00
		S/. por kg							1.56	1.62	1.67	1.70	1.73	1.65

Tabla 33. Mezcla de insumos con inclusión de HF y costo de la ración alimenticia de crecimiento

INSUMOS (kg)	(5% HF)	(10% HF)	(15% HF)	(20% HF)	TOTAL	S/. kg	(5% HF)	(10% HF)	(15% HF)	(20% HF)	TOTAL	
Maíz amarillo nacional	25.92	24.92	23.88	22.84	125.30	0.85	22.03	21.18	20.30	19.41	106.51	
Torta de soya adm. 47	4.78	3.55	2.26	0.96	18.48	2.60	12.42	9.22	5.87	2.50	48.05	
Harina integral de soya	3.20	3.43	3.76	4.10	17.69	3.80	12.16	13.03	14.30	15.56	67.21	
Harina de frejol	4.00	6.00	8.00	10.00	28.00	4.20	8.80	13.20	17.60	22.00	61.60	
Harina de pescado	0.80	0.80	0.80	0.80	4.00	5.35	4.28	4.28	4.28	4.28	21.40	
Carbonato de calcio	0.40	0.40	0.40	0.40	2.02	0.30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.61	
Fosbic 18.5	0.32	0.32	0.32	0.32	1.60	8.00	2.56	2.56	2.56	2.56	12.80	
Aceite de palma	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	2.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.50	
Sal común	0.12	0.12	0.12	0.12	0.61	0.50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.31	
Lisina HCL	0.10	0.10	0.10	0.10	0.48	4.50	0.43	0.43	0.43	0.43	2.16	
Metionina	0.06	0.06	0.06	0.06	0.30	3.70	0.22	0.22	0.22	0.22	1.11	
Cloruro de Colina 60%	0.04	0.04	0.04	0.04	0.20	1.50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.30	
Proapak 2A pollos	0.04	0.04	0.04	0.04	0.20	12.00	0.48	0.48	0.48	0.48	2.40	
BMD 11%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	6.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.48	
Quantum blue pollo 100g	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	7.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.28	
Total	40.00	40.00	40.00	40.00	200.00		63.88	65.10	66.53	67.94	325.71	
	Total kg							40.00	40.00	40.00	40.00	200.00
	S/. por kg							1.60	1.63	1.66	1.70	1.63

Tabla 34. Mezcla de insumos con inclusión de DDGS y costo por ración alimenticia de engorde

INSUMOS (kg)	Testigo	10%	15%	20%	25%	TOTAL	S/. kg	Testigo	10%	15%	20%	25%	TOTAL	
		DDGS	DDGS	DDGS	DDGS				DDGS	DDGS	DDGS	DDGS		
Maíz Amarillo nacional	30.01	26.73	26.20	23.01	21.74	127.69	0.850	25.51	22.72	22.27	19.56	18.48	108.54	
Torta de soya adm 47	8.07	6.97	6.90	6.88	6.73	35.55	2.600	20.98	18.13	17.94	17.88	17.49	92.42	
Harina de frijol	0.00	5.00	7.50	10.00	12.50	35.00	2.200	0.00	11.00	16.50	22.00	27.50	77.00	
Harina integral soya Vargas	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	17.50	3.800	13.30	13.30	13.30	13.30	13.30	66.50	
Subproducto trigo	4.56	4.36	2.50	3.42	2.50	17.34	1.200	5.47	5.23	3.00	4.10	3.00	20.81	
Harina pescado 65	2.00	2.00	1.82	2.00	1.84	9.65	2.300	4.60	4.60	4.18	4.60	4.22	22.20	
Aceite de palma	0.75	0.28	0.27	0.01	0.00	1.31	5.350	4.03	1.51	1.42	0.04	0.00	6.99	
Carbonato de Calcio	0.45	0.46	0.57	0.49	0.49	2.45	0.300	0.14	0.14	0.17	0.15	0.15	0.74	
Phosbic, 18.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.25	8.000	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	10.00	
Sal común	0.14	0.15	0.19	0.16	0.16	0.81	0.500	0.07	0.08	0.10	0.08	0.08	0.41	
Lisina HCL	0.10	0.13	0.13	0.13	0.12	0.60	4.500	0.45	0.56	0.56	0.56	0.55	2.68	
Metionina DL	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.38	3.700	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	1.39	
Cloruro Colina 60%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.13	1.500	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.19	
Proapak 2A pollos	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.25	12.000	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	3.00	
Toxibond	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	6.000	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.23	
Coccidiostato	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	8.000	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.30	
Quantum blue pollo 100 g	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	7.000	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.17	
Total	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	250.00		77.59	80.32	82.50	85.31	87.83	413.55	
		Total kg							50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	250.00
		S/. por kg							1.55	1.61	1.65	1.71	1.76	1.65

Tabla 35. Mezcla de insumos con inclusión de HF y costo por ración alimenticia de engorde

INSUMOS (kg)	5% HF	10% HF	15% HF	20% HF	TOTAL	S/. kg	5% HF	10% HF	15% HF	20% HF	TOTAL	
Maíz Amarillo nacional	29.06	28.11	27.17	26.22	110.56	0.85	24.70	23.90	23.09	22.28	93.97	
Torta de soya adm 47	6.73	5.39	4.05	2.71	18.88	2.60	17.50	14.01	10.53	7.05	49.09	
Harina de frijol	2.50	5.00	7.50	10.00	25.00	4.20	5.50	11.00	16.50	22.00	55.00	
Harina integral soya Vargas	3.50	3.50	3.50	3.50	14.00	3.80	13.30	13.30	13.30	13.30	53.20	
Subproducto trigo	4.32	4.09	3.86	3.62	15.89	1.20	5.19	4.91	4.63	4.35	19.07	
Harina pescado 65	0.77	0.80	0.82	0.84	3.23	2.30	1.78	1.83	1.88	1.93	7.42	
Aceite de palma	2.00	2.00	2.00	2.00	8.00	5.35	10.70	10.70	10.70	10.70	42.80	
Carbonato de Calcio	0.45	0.45	0.45	0.45	1.80	0.30	0.14	0.14	0.14	0.14	0.54	
Phosbic, 18.5	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00	8.00	
Sal común	0.14	0.14	0.14	0.14	0.56	0.50	0.07	0.07	0.07	0.07	0.28	
Lisina HCL	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40	4.50	0.45	0.45	0.45	0.45	1.80	
Metionina DL	0.08	0.08	0.08	0.08	0.30	3.70	0.28	0.28	0.28	0.28	1.11	
Cloruro Colina 60%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.10	1.50	0.04	0.04	0.04	0.04	0.15	
Proapak 2A pollos	0.05	0.05	0.05	0.05	0.20	12.00	0.60	0.60	0.60	0.60	2.40	
Toxibond	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	6.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.18	
Coccidiostato	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	8.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.24	
Quantum blue pollo 100 g	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	7.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.14	
Total	50.00	50.00	50.00	50.00	200.00		82.38	83.36	84.34	85.32	335.40	
	Total kg							50.00	50.00	50.00	50.00	200.00
	S/. por kg							1.65	1.67	1.69	1.71	1.68

Tabla 36. Pesos iniciales promedio por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Pesos iniciales (14 días de edad)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	328.77	329.23	334.46	328.08	330.13	2.92	0.89	330.13 ± 2.86
T1	DDGS 10%	336.08	335.85	331.69	327.08	332.67	4.24	1.27	332.67 ± 4.16
T2	DDGS 15%	327.46	325.54	333.54	334.92	330.37	4.57	1.38	330.37 ± 4.48
T3	DDGS 20%	330.00	325.69	338.23	329.31	330.81	5.30	1.60	330.81 ± 5.19
T4	DDGS 25%	326.92	326.15	328.15	325.92	326.79	1.01	0.31	326.79 ± 0.99
T5	HF 5%	336.62	328.92	326.15	325.54	329.31	5.09	1.55	329.31 ± 4.99
T6	HF 10%	331.54	329.46	327.31	327.77	329.02	1.92	0.58	329.02 ± 1.88
T7	HF 15%	326.38	326.00	327.00	327.15	326.63	0.54	0.16	326.63 ± 0.53
T8	HF 20%	328.54	330.00	324.77	327.77	327.77	2.20	0.67	327.77 ± 2.16

a. Peso vivo promedio durante la fase de crecimiento (15 - 28 días de edad)**- Primera semana: (14 - 21 días)****Tabla 37.** Pesos promedio por semana por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Crecimiento: 1 ^{ra} semana (14 - 21 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	694.77	690.00	706.15	690.69	695.40	7.47	1.07	695.40 ± 7.32
T1	DDGS 10%	704.00	687.23	708.77	687.38	696.85	11.19	1.61	696.85 ± 10.96
T2	DDGS 15%	647.00	632.46	635.15	677.62	648.06	20.69	3.19	648.06 ± 20.28
T3	DDGS 20%	632.85	642.46	652.31	645.31	643.23	8.07	1.25	643.23 ± 7.90
T4	DDGS 25%	617.00	612.54	599.54	620.15	612.31	9.07	1.48	612.31 ± 8.89
T5	HF 5%	488.00	466.85	454.69	462.23	467.94	14.28	3.05	467.94 ± 13.99
T6	HF 10%	421.85	466.85	466.85	421.08	444.15	26.20	5.90	444.15 ± 25.68
T7	HF 15%	421.85	419.77	415.08	421.08	419.44	3.03	0.72	419.44 ± 2.97
T8	HF 20%	395.08	373.92	382.15	402.92	388.52	12.96	3.34	388.52 ± 12.70

- Segunda semana: (21 - 28 días)**Tabla 38.** Pesos promedio por semana por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Crecimiento: 2 ^{da} semana (21 - 28 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1148.73	1131.27	1119.91	1130.91	1132.70	11.91	1.05	1132.70 ± 11.67
T1	DDGS 10%	1146.64	1140.64	1155.09	1105.73	1137.02	21.69	1.91	1137.02 ± 21.26
T2	DDGS 15%	1038.00	1038.73	1049.73	1068.09	1048.64	14.04	1.34	1048.64 ± 13.75
T3	DDGS 20%	1019.18	1029.64	1005.82	1013.09	1016.93	10.08	0.99	1016.93 ± 9.88
T4	DDGS 25%	980.18	978.27	975.27	1002.00	983.93	12.21	1.24	983.93 ± 11.97
T5	HF 5%	824.73	781.18	779.64	812.64	799.55	22.65	2.83	799.55 ± 22.20
T6	HF 10%	714.55	729.55	707.00	759.27	727.59	23.11	3.18	727.59 ± 22.64
T7	HF 15%	664.27	663.91	670.27	677.09	668.89	6.20	0.93	668.89 ± 6.08
T8	HF 20%	541.09	522.73	515.55	531.45	527.70	11.04	2.09	527.70 ± 10.82

b. Peso vivo promedio durante la fase de engorde (29 - 38 días)

- Tercera semana: (29 - 35 días)

Tabla 39. Pesos promedio por semana por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Engorde: 3 ^{ra} semana (29 - 35 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1680.22	1673.56	1744.22	1745.67	1710.92	39.39	2.30	1745.67 ± 38.60
T1	DDGS 10%	1691.11	1678.00	1717.56	1659.00	1686.42	24.59	1.46	1686.42 ± 24.10
T2	DDGS 15%	1576.00	1595.67	1558.44	1641.11	1592.81	35.61	2.24	1592.81 ± 34.90
T3	DDGS 20%	1500.33	1571.89	1578.33	1539.22	1547.44	35.77	2.31	1547.44 ± 35.06
T4	DDGS 25%	1471.44	1499.22	1463.11	1527.56	1490.33	29.23	1.96	1490.33 ± 28.64
T5	HF 5%	1303.78	1283.78	1300.78	1280.11	1292.11	11.90	0.92	1292.11 ± 11.66
T6	HF 10%	1210.67	1225.78	1250.33	1215.67	1225.61	17.64	1.44	1225.61 ± 17.28
T7	HF 15%	1158.11	1174.89	1127.11	1155.33	1153.86	19.82	1.72	1153.86 ± 19.42
T8	HF 20%	878.56	892.33	890.44	885.33	886.67	6.16	0.70	886.67 ± 6.04

- Cuarta semana: (36 - 38 días)

Tabla 40. Pesos promedio por semana por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Engorde: 4 ^{ta} semana (29 - 35 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1933.88	1891.13	1931.75	1955.88	1928.16	26.99	1.40	1955.88 ± 26.45
T1	DDGS 10%	1941.75	1919.88	1939.63	1875.00	1919.06	30.98	1.61	1875.00 ± 30.36
T2	DDGS 15%	1820.75	1837.00	1826.38	1855.88	1835.00	15.46	0.84	1855.88 ± 15.15
T3	DDGS 20%	1720.88	1806.00	1793.50	1801.75	1780.53	40.11	2.25	1801.75 ± 39.31
T4	DDGS 25%	1693.38	1738.88	1705.38	1748.88	1721.63	26.47	1.54	1748.88 ± 25.94
T5	HF 5%	1549.78	1506.78	1514.89	1485.56	1514.25	26.72	1.76	1485.56 ± 26.19
T6	HF 10%	1438.00	1426.44	1429.67	1431.11	1431.31	4.87	0.34	1431.11 ± 4.77
T7	HF 15%	1310.67	1327.56	1375.89	1395.89	1352.50	40.01	2.96	1395.89 ± 39.21
T8	HF 20%	1060.44	1089.00	1075.89	1023.89	1062.31	28.14	2.65	1062.31 ± 27.58

c. Ganancia de peso semanal por tratamiento en la fase de crecimiento

- Primera semana

Tabla 41. Ganancia de peso vivo promedio por semana por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Crecimiento: 1 ^{ra} semana (14 - 21 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	366.00	360.77	371.69	362.62	365.27	4.80	1.31	365.27 ± 4.70
T1	DDGS 10%	367.92	351.38	377.08	360.31	364.17	10.94	3.00	364.17 ± 10.72
T2	DDGS 15%	319.54	306.92	301.62	342.69	317.69	18.28	5.76	317.69 ± 17.92
T3	DDGS 20%	302.85	316.77	314.08	316.00	312.42	6.48	2.08	312.42 ± 6.35
T4	DDGS 25%	290.08	286.38	271.38	294.23	285.52	9.95	3.49	285.52 ± 9.75
T5	HF 5%	176.38	162.92	153.54	161.69	163.63	9.47	5.78	163.63 ± 9.28
T6	HF 10%	115.31	162.38	164.54	118.31	140.13	26.98	19.25	140.13 ± 26.44
T7	HF 15%	120.46	128.77	123.08	128.92	125.31	4.22	3.37	125.32 ± 4.14
T8	HF 20%	91.54	68.92	92.38	110.15	90.75	16.89	18.62	90.75 ± 16.56

- Segunda semana

Tabla 42. Ganancia de peso vivo promedio por semana por tratamiento (g)

Trat.	Niveles	Crecimiento: 2 ^{da} semana (21 - 28 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	453.96	441.27	413.76	440.22	437.30	16.89	3.86	437.30 ± 16.56
T1	DDGS 10%	442.64	453.41	446.32	418.34	440.18	15.23	3.46	440.18 ± 14.92
T2	DDGS 15%	391.00	406.27	414.57	390.48	400.58	11.86	2.96	400.58 ± 11.62
T3	DDGS 20%	386.34	387.17	353.51	367.78	373.70	16.16	4.33	373.70 ± 15.84
T4	DDGS 25%	363.18	365.73	375.73	381.85	371.62	8.71	2.34	371.62 ± 8.53
T5	HF 5%	336.73	314.34	324.94	350.41	331.60	15.52	4.68	331.60 ± 15.21
T6	HF 10%	292.70	262.70	240.15	338.20	283.44	42.38	14.95	283.44 ± 41.53
T7	HF 15%	257.43	259.14	270.20	271.01	264.44	7.16	2.71	264.44 ± 7.01
T8	HF 20%	161.01	163.80	148.39	143.53	154.19	9.77	6.34	154.19 ± 9.57

d. Ganancia de peso semanal por tratamiento en la fase de engorde

- Primera semana

Tabla 43. Ganancia de peso vivo promedio por semana por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Engorde: 3 ^{ra} semana (29 - 35 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	531.49	542.28	624.31	614.76	578.21	48.08	8.31	578.21 ± 47.12
T1	DDGS 10%	544.47	537.36	562.46	553.27	549.39	10.88	1.98	549.39 ± 10.66
T2	DDGS 15%	538.00	556.94	508.72	573.02	544.17	27.63	5.08	544.19 ± 27.08
T3	DDGS 20%	481.15	542.25	572.52	526.13	530.51	38.11	7.18	530.51 ± 37.35
T4	DDGS 25%	491.26	520.95	487.84	525.56	506.40	19.60	3.87	506.40 ± 19.21
T5	HF 5%	485.23	485.22	513.14	498.47	495.52	13.31	2.69	495.52 ± 13.04
T6	HF 10%	478.96	490.00	495.45	486.39	487.70	6.92	1.42	487.70 ± 6.78
T7	HF 15%	493.84	510.98	456.84	478.24	484.97	23.03	4.75	484.97 ± 22.57
T8	HF 20%	337.46	369.61	374.90	353.88	358.96	16.88	4.70	358.96 ± 16.55

- Segunda semana

Tabla 44. Ganancia de peso vivo promedio por semana por tratamiento (g)

Trat	Niveles	Engorde: 4 ^{ta} semana (36 - 38 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	253.65	217.57	187.53	210.21	217.24	27.44	12.63	217.24 ± 26.89
T1	DDGS 10%	250.64	241.88	222.07	216.00	232.65	16.31	7.01	232.65 ± 15.98
T2	DDGS 15%	244.75	241.33	267.93	214.76	242.19	21.77	8.99	242.19 ± 21.34
T3	DDGS 20%	220.54	234.11	215.17	262.53	233.09	21.18	9.09	233.09 ± 20.76
T4	DDGS 25%	221.93	239.65	242.26	221.32	231.29	11.22	4.85	231.29 ± 10.99
T5	HF 5%	245.71	223.00	213.82	206.04	222.14	17.17	7.73	222.14 ± 16.83
T6	HF 10%	226.78	200.88	179.78	215.33	205.69	20.27	9.85	205.69 ± 19.86
T7	HF 15%	152.56	152.67	248.78	240.56	198.64	53.25	26.81	198.64 ± 52.19
T8	HF 20%	181.89	196.67	185.44	138.56	175.64	25.51	14.53	175.64 ± 25.00

e. Consumo de alimento durante la fase de crecimiento

- Fases de crecimiento

Tabla 45. Consumo de alimento por tratamiento en crecimiento (g)

Trat	Niveles	Crecimiento (15 - 28 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1326.36	1410.12	1246.91	1307.10	1322.62	67.43	5.10	1322.62 ± 66.08
T1	DDGS 10%	1348.43	1444.82	1245.89	1379.81	1354.74	82.93	6.12	1354.74 ± 81.27
T2	DDGS 15%	1233.80	1387.32	1341.94	1178.44	1285.38	96.07	7.47	1285.38 ± 94.15
T3	DDGS 20%	1304.75	1165.42	1401.15	1344.99	1304.08	100.54	7.71	1304.08 ± 98.53
T4	DDGS 25%	1366.94	1183.38	1276.28	1194.63	1255.31	85.16	6.78	1255.31 ± 83.46
T5	HF 5%	1202.88	1007.92	1032.84	1083.44	1081.77	86.64	8.01	1081.77 ± 84.91
T6	HF 10%	1015.26	1000.26	980.25	995.15	997.73	14.44	1.45	997.93 ± 14.16
T7	HF 15%	930.00	850.42	960.15	855.16	898.93	54.72	6.09	898.93 ± 53.62
T8	HF 20%	779.54	743.27	728.28	726.45	744.38	24.62	3.31	744.38 ± 24.12

- Fase de engorde

Tabla 46. Consumo de alimento por tratamiento en engorde (g)

Trat	Niveles	Engorde (29 - 38 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1638.00	1628.23	1675.15	1695.85	1659.31	31.66	1.91	1659.31 ± 31.02
T1	DDGS 10%	1656.00	1640.35	1680.23	1635.18	1652.94	20.23	1.22	1652.94 ± 19.83
T2	DDGS 15%	1680.00	1720.05	1690.19	1755.48	1711.43	33.93	1.98	1711.43 ± 33.25
T3	DDGS 20%	1680.00	1640.12	1630.15	1725.20	1668.87	43.29	2.59	1725.20 ± 42.43
T4	DDGS 25%	1653.16	1698.22	1687.55	1580.23	1654.79	53.30	3.22	1580.23 ± 52.23
T5	HF 5%	1620.00	1680.46	1590.25	1650.32	1635.26	38.85	2.38	1650.32 ± 38.08
T6	HF 10%	1644.00	1580.42	1620.25	1655.86	1625.13	33.28	2.05	1655.86 ± 32.62
T7	HF 15%	1620.00	1615.23	1555.65	1662.84	1613.43	44.07	2.73	1662.84 ± 43.19
T8	HF 20%	1589.90	1370.23	1405.85	1440.28	1451.57	96.56	6.65	1440.28 ± 94.62

f. Conversión alimenticia en la fase de crecimiento

Tabla 47. Conversión alimenticia en crecimiento

Trat	Niveles	Crecimiento (15 - 28 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1.62	1.76	1.59	1.63	1.65	0.08	4.58	1.65 ± 0.07
T1	DDGS 10%	1.66	1.80	1.51	1.77	1.69	0.13	7.64	1.69 ± 0.13
T2	DDGS 15%	1.74	1.95	1.87	1.61	1.79	0.15	8.37	1.79 ± 0.15
T3	DDGS 20%	1.89	1.66	2.10	1.97	1.90	0.19	9.77	1.90 ± 0.18
T4	DDGS 25%	2.09	1.81	1.97	1.77	1.91	0.15	7.80	1.91 ± 0.15
T5	HF 5%	1.86	1.76	1.93	1.47	1.76	0.20	11.67	1.76 ± 0.20
T6	HF 10%	1.84	1.40	1.92	2.18	1.84	0.32	17.65	1.84 ± 0.32
T7	HF 15%	2.01	1.99	2.44	2.14	2.15	0.21	9.67	2.15 ± 0.20
T8	HF 20%	2.14	2.24	2.17	2.61	2.29	0.22	9.55	2.29 ± 0.21

a. Conversión alimenticia en la fase de engorde

Tabla 48. Índice de conversión alimenticia en engorde

Trat	Niveles	Engorde (29 - 38 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	2.09	2.14	2.06	2.06	2.09	0.04	1.89	2.09 ± 0.04
T1	DDGS 10%	2.08	2.11	2.14	2.13	2.11	0.03	1.21	2.11 ± 0.03
T2	DDGS 15%	2.15	2.15	2.18	2.23	2.18	0.04	1.69	2.18 ± 0.04
T3	DDGS 20%	2.39	2.11	2.07	2.19	2.19	0.14	6.57	2.19 ± 0.14
T4	DDGS 25%	2.32	2.23	2.31	2.12	2.24	0.09	4.19	2.24 ± 0.09
T5	HF 5%	2.00	2.24	2.08	2.18	2.12	0.11	4.98	2.12 ± 0.10
T6	HF 10%	2.15	2.10	2.15	2.19	2.15	0.04	1.69	2.15 ± 0.04
T7	HF 15%	2.51	2.43	2.20	2.31	2.36	0.13	5.62	2.36 ± 0.13
T8	HF 20%	3.06	2.42	2.51	2.92	2.73	0.31	11.45	2.73 ± 0.31

g. Rendimiento de carcasa: peso vivo de aves antes del sacrificio

Tabla 49. Peso de vivo aves muestreadas para sacrificio (g)

Trat	Niveles	Engorde (38 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1879	2083	2048	2093	2025.75	99.72	4.92	2025.75 ± 97.72
T1	DDGS 10%	1622	1788	1855	1869	1783.50	113.32	6.35	1783.50 ± 111.05
T2	DDGS 15%	1693	1747	1786	2001	1806.75	135.00	7.47	1806.75 ± 132.29
T3	DDGS 20%	1861	1762	1566	1928	1779.25	157.67	8.86	1779.25 ± 154.52
T4	DDGS 25%	1621	1700	1665	1903	1722.25	124.76	7.24	1722.25 ± 122.26
T5	HF 5%	1592	1591	1533	1579	1574.75	28.80	1.77	1574.75 ± 27.24
T6	HF 10%	1523	1524	1538	1357	1485.5	85.95	5.79	1485.50 ± 84.22
T7	HF 15%	1328	1516	1628	1645	1529.25	145.86	9.54	1529.25 ± 142.94
T8	HF 20%	1166	1271	1181	1163	1195.25	51.11	4.28	1195.25 ± 50.09

h. Peso de carcasa: Peso de canal luego del beneficio de las aves

Tabla 50. Peso de carcasa de aves muestreadas (g)

Trat	Niveles	Engorde (38 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	1352	1492	1462	1472	1445	62.72	4.34	1445 ± 61.47
T1	DDGS 10%	1168	1281	1325	1316	1272	72.02	5.66	1272 ± 70.58
T2	DDGS 15%	1222	1255	1278	1411	1292	83.23	6.44	1292 ± 81.56
T3	DDGS 20%	1335	1258	1114	1352	1265	108.41	8.57	1265 ± 106.24
T4	DDGS 25%	1160	1210	1181	1330	1220	76.23	6.25	1220 ± 74.70
T5	HF 5%	1136	1129	1084	1108	1115	23.14	2.08	1115 ± 22.68
T6	HF 10%	1076	1072	1178	954	1045	60.88	5.83	1045 ± 59.67
T7	HF 15%	939	1067	1141	1136	1071	94.27	8.80	1071 ± 92.38
T8	HF 20%	822	894	828	815	840	36.56	4.35	840 ± 35.82

i. Rendimiento de carcasa

Tabla 51. Rendimiento de carcasa (%) de pollos sacrificados

Trat	Niveles	Final de engorde (38 días)				Promedio	DS	CV (%)	IC (95%)
		R1	R2	R3	R4				
T0	0	72.00	71.60	71.40	70.30	71.30	0.70	0.98	71.30 ± 0.69
T1	DDGS 10%	72.00	71.70	71.40	70.40	71.40	0.70	0.98	71.40 ± 0.69
T2	DDGS 15%	72.20	71.80	71.60	70.50	71.00	0.70	0.99	71.00 ± 0.69
T3	DDGS 20%	71.70	71.40	71.10	70.10	71.10	0.70	0.99	71.10 ± 0.69
T4	DDGS 25%	71.50	71.20	70.90	69.90	70.90	0.70	0.99	70.90 ± 0.69
T5	HF 5%	71.30	71.00	70.70	70.20	70.80	0.46	0.65	70.80 ± 0.45
T6	HF 10%	70.70	70.30	70.10	70.30	70.30	0.25	0.35	70.30 ± 0.24
T7	HF 15%	70.70	70.40	70.10	69.10	70.10	0.70	1.00	70.10 ± 0.69
T8	HF 20%	70.50	70.30	70.10	70.06	70.30	0.23	0.32	70.30 ± 0.22

j. Mérito económico (índice relativo económico) (S/.)

Tabla 52. Costo por alimentación en la fase de crecimiento (S/.)

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Crecimiento (15 - 28 días)	Testigo	DDGS (10%)	DDGS (15%)	DDGS (20%)	DDGS (25%)	HF (5%)	HF (10%)	HF (15%)	HF (20%)
Gasto total por ración (S/.)	62.26	64.68	66.81	68.01	69.12	63.88	65.10	66.53	67.94
Total por ración formulada (kg)	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Costo ración formulada (S/. por kg)	1.56	1.62	1.67	1.70	1.73	1.60	1.63	1.66	1.70
Consumo promedio por periodo (g)	1322.62	1354.74	1285.38	1304.08	1255.31	1081.77	997.73	898.93	744.38
Número de pollos	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00
Consumo total (kg)	68.78	70.45	66.84	67.81	65.28	56.25	51.88	46.74	38.71
Costo total por alimentación	107.04	113.91	111.65	115.30	112.79	89.83	84.44	77.75	65.75

Tabla 53. Costo de alimentación: Fases de Crecimiento y Engorde

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Engorde (29 - 38 días)	Testigo	DDGS (10%)	DDGS (15%)	DDGS (20%)	DDGS (25%)	HF (10%)	HF (15%)	HF (20%)	HF (25%)
Gasto total por ración (S/.)	77.59	80.32	82.50	85.31	87.83	82.38	83.36	84.34	85.32
Total kg por ración formulada (kg)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Costo ración formulada (S/. por Kg)	1.55	1.61	1.65	1.71	1.76	1.65	1.67	1.69	1.71
Consumo promedio periodo (g)	1659.31	1652.94	1711.43	1668.87	1654.79	1635.26	1625.13	1613.43	1451.57
Número de pollos	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Consumo total (kg)	59.74	59.51	61.61	60.08	59.57	58.87	58.50	58.08	52.26
Costo total por alimentación (S/.)	92.70	95.59	101.65	102.51	104.64	96.99	97.54	97.98	89.17
Costo alimentación: Crecimiento + Engorde en (S/.)	199.74	209.50	213.30	217.81	217.43	186.82	181.98	175.73	154.92

Tabla 54. Pesos iniciales: 15 días de edad

N° Pollo/ Corral	TRATAMIENTOS																																			
	T ₀				T ₁				T ₂				T ₃				T ₄				T ₅				T ₆				T ₇				T ₈			
	TESTIGO				DDGS (10%)				DDGS (15%)				DDGS (20%)				DDGS (25%)				HF (10 %)				HF (15%)				HF (20%)				HF (25%)			
	R1	R2	R3	R4																																
1	343	353	315	307	330	323	395	326	337	305	339	378	391	330	360	366	371	392	401	347	353	371	326	393	383	372	350	335	368	356	354	342	346	368	375	389
2	351	328	375	403	356	349	366	318	343	363	335	343	323	356	378	320	345	325	331	334	346	344	381	313	374	356	417	403	337	368	331	353	334	351	344	335
3	311	347	305	358	350	336	332	313	316	343	368	348	371	337	363	310	313	326	341	304	372	325	328	322	340	335	314	323	322	357	350	312	360	324	327	344
4	349	333	323	319	347	330	347	344	347	342	300	323	375	310	350	379	357	325	340	415	359	353	359	301	372	339	325	313	318	361	347	319	348	306	335	332
5	362	335	389	336	381	370	334	366	360	350	334	337	319	312	367	347	311	340	327	340	331	325	319	312	304	345	304	350	340	345	323	326	346	340	327	322
6	338	345	359	310	370	333	349	353	307	301	354	300	320	322	350	351	309	314	345	312	360	361	315	329	318	360	349	341	338	329	308	329	398	347	302	342
7	344	353	361	382	388	380	349	310	362	332	360	363	343	385	370	334	366	338	352	307	322	300	319	360	363	322	380	336	361	338	372	349	306	355	333	338
8	331	320	333	320	308	341	354	323	334	343	342	312	362	334	333	345	306	348	360	304	363	348	357	338	317	333	309	317	341	324	329	308	313	333	332	346
9	301	330	386	320	311	325	305	334	309	300	333	367	322	324	335	352	313	326	341	394	325	325	335	330	322	354	306	327	316	299	310	379	304	387	318	322
10	315	315	291	333	306	339	315	338	294	328	332	313	309	334	297	312	345	334	287	313	362	297	318	326	360	316	311	344	339	300	320	327	321	333	356	335
11	302	353	334	300	335	381	308	337	335	332	382	381	290	327	332	293	294	289	290	290	302	324	305	326	304	295	317	307	296	289	323	331	348	282	287	282
12	343	290	304	305	304	285	284	321	330	298	282	297	279	283	287	291	292	293	291	292	289	323	284	292	287	282	282	282	289	291	293	292	282	288	295	286
13	284	278	273	272	283	274	274	269	283	295	275	292	286	280	275	281	328	290	260	285	292	280	294	290	266	274	291	283	278	281	291	286	265	276	291	288
PROM.	329	329	334	328	336	336	332	327	327	326	334	335	330	326	338	329	327	326	328	326	337	329	326	326	332	329	327	328	326	326	327	327	329	330	325	328
DS	23.69	23.74	37.14	35.30	32.64	31.75	33.76	23.70	24.25	22.98	31.58	31.20	35.98	27.51	33.14	30.63	26.98	27.60	37.45	39.87	28.63	26.34	26.88	27.79	36.79	30.52	37.71	31.09	26.76	30.81	23.95	25.27	35.15	33.86	26.01	29.24
CV (%)	7.20	7.21	11.11	10.76	9.71	9.45	10.18	7.25	7.41	7.06	9.47	9.32	10.90	8.45	9.80	9.30	8.25	8.46	11.41	12.23	8.50	8.01	8.24	8.54	11.10	9.26	11.52	9.49	8.20	9.45	7.33	7.73	10.70	10.26	8.01	8.92
MAX	362	353	389	403	388	381	395	366	362	363	382	381	391	385	378	379	371	392	401	415	372	371	381	393	383	372	417	403	368	368	372	379	398	387	375	389
MIN	284	278	273	272	283	274	274	269	283	295	275	292	279	280	275	281	292	289	260	285	289	280	284	290	266	274	282	282	278	281	291	286	265	276	287	282
IC (95%)	12.88	12.90	20.19	19.19	17.74	17.26	18.35	12.88	13.18	12.49	17.17	16.96	19.56	14.96	18.02	16.65	14.66	15.01	20.36	21.67	15.56	14.32	14.61	15.11	20.00	16.59	20.50	16.90	14.55	16.75	13.02	13.74	19.11	18.41	14.14	15.90

Tabla 55. Pesos semanales: 22 días de edad (crecimiento)

N° Pollo/ Corral	TRATAMIENTOS																																			
	T ₀				T ₁				T ₂				T ₃				T ₄				T ₅				T ₆				T ₇				T ₈			
	TESTIGO				DDGS (10%)				DDGS (15%)				DDGS (20%)				DDGS (25%)				HF (10%)				HF (15%)				HF (20%)				HF (25%)			
	R1	R2	R3	R4																																
1	520	738	624	834	688	570	708	760	630	630	573	564	564	583	490	614	523	569	467	560	572	528	565	565	470	452	512	465	435	407	486	428	436	443	336	335
2	768	672	594	652	798	820	716	672	597	535	573	702	615	619	678	531	560	567	690	578	550	552	495	480	502	395	365	416	447	393	423	352	409	383	361	437
3	738	565	693	704	614	768	665	682	634	548	655	648	623	612	570	726	634	654	552	644	545	538	532	548	529	420	445	434	462	406	413	476	387	341	319	417
4	702	739	794	685	637	672	628	701	601	673	541	655	554	631	763	660	577	543	640	753	585	592	590	504	413	563	450	502	410	415	405	404	514	376	348	367
5	638	765	832	610	704	653	830	683	637	645	693	662	592	583	703	704	602	615	496	682	522	595	538	561	538	512	463	485	415	466	385	433	381	381	428	384
6	738	672	763	775	602	762	757	775	593	663	702	680	597	694	604	620	598	583	634	644	556	467	562	530	530	416	445	556	403	438	488	428	312	336	381	637
7	738	738	770	685	735	683	623	703	664	695	586	632	726	524	690	584	592	606	599	552	538	517	502	583	490	440	493	423	425	405	364	395	446	378	382	410
8	760	620	668	640	824	597	595	619	754	603	663	732	785	609	704	665	578	578	630	543	570	545	535	504	510	399	448	439	380	525	375	352	391	347	383	361
9	627	793	801	642	670	744	772	658	731	578	694	722	649	744	643	672	676	642	635	660	575	580	507	543	497	505	489	512	472	450	402	480	374	437	439	358
10	690	580	790	673	669	642	766	659	708	688	670	790	684	635	633	642	721	623	505	576	523	490	518	568	445	493	480	428	357	443	382	460	404	347	395	366
11	638	638	621	635	715	702	725	605	622	664	676	674	643	664	645	695	727	657	653	658	582	503	449	445	573	503	442	416	396	358	370	416	380	351	414	365
12	680	652	520	668	792	592	714	686	602	648	674	708	525	679	748	653	613	709	645	556	475	485	512	525	449	472	438	480	422	336	520	443	368	356	392	422
13	795	798	710	776		729	715	733	638	652	557	640	670	775	609	623	620	617	648	656					398	499	441	453	460	415	383	407	334	385	390	379
PROM.	695	690	706	691	704	687	709	687	647	632	635	678	633	642	652	645	617	613	600	620	549	533	525	530	488	467	455	462	422	420	415	421	395	374	382	403
DS	74.80	77.64	95.64	65.86	72.42	76.02	66.72	49.06	52.71	51.49	59.13	55.63	71.96	68.45	74.48	52.25	59.95	45.57	70.68	63.88	31.76	42.38	37.24	40.49	51.12	51.05	36.01	42.91	33.62	47.58	50.80	40.27	50.83	33.97	34.65	76.36
CV (%)	10.77	11.25	13.54	9.53	10.29	11.06	9.41	7.14	8.15	8.14	9.31	8.21	11.37	10.65	11.42	8.10	9.72	7.44	11.79	10.30	5.78	7.96	7.09	7.64	10.47	10.94	7.92	9.28	7.97	11.33	12.24	9.56	12.87	9.08	9.07	18.95
MAX	795	798	832	834	824	820	830	775	754	695	702	790	785	775	763	726	727	709	690	753	585	595	590	583	573	563	512	556	472	525	520	480	514	443	439	637
MIN	520	565	520	610	602	570	595	605	593	535	541	564	525	524	490	531	523	543	467	543	475	467	449	445	398	395	365	416	357	336	364	352	312	336	319	335
IC (95%)	40.66	42.20	51.99	35.80	39.37	41.32	36.27	26.67	28.65	27.99	32.14	30.24	39.12	37.21	40.49	28.40	32.59	24.77	38.42	34.73	17.27	23.04	20.25	22.01	27.79	27.75	19.58	23.33	18.28	25.86	27.62	21.89	27.63	18.46	18.83	41.51

Tabla 56. Pesos semanales: 29 días de edad (crecimiento - engorde)

N° Pollo/ Corral	TRATAMIENTOS																																			
	T ₀				T ₁				T ₂				T ₃				T ₄				T ₅				T ₆				T ₇				T ₈			
	TESTIGO				DDGS (10%)				DDGS (15%)				DDGS (20%)				DDGS (25%)				HF (10%)				HF (15%)				HF (20%)				HF (25%)			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	1182	1095	1010	1215	1128	1210	1205	1040	994	904	1084	1054	991	990	976	938	891	888	1074	879	851	690	777	900	708	695	563	839	688	654	647	679	529	491	457	459
2	1180	1260	1104	947	1072	1095	1014	1011	1028	1085	1038	1006	953	1076	981	915	849	860	936	887	714	716	740	705	671	785	680	846	673	642	688	867	539	476	542	539
3	1112	1041	1065	1186	851	1214	1064	1085	1068	1039	1142	1042	934	960	825	909	1107	1138	778	903	800	874	783	853	586	682	703	770	660	715	693	549	571	482	489	484
4	1240	975	1171	1061	1191	1096	1024	1235	962	1019	1065	1220	954	972	887	1071	990	921	1094	884	894	966	734	818	699	751	816	706	669	611	630	640	498	496	487	452
5	872	1053	1274	1091	1172	943	1194	1135	960	910	935	1166	913	964	1023	965	919	861	974	1110	750	822	715	799	702	792	672	695	661	569	660	616	520	569	472	456
6	1260	1220	1012	1088	1136	999	1132	1174	1034	1027	1071	996	1191	904	907	1087	966	1037	1006	1201	774	655	720	753	727	798	644	807	633	700	701	793	587	508	498	558
7	1232	1233	956	1055	1318	1346	1148	1154	1127	1078	1131	1135	1074	989	1061	1032	1057	1004	817	1066	905	748	862	824	720	663	775	728	637	688	625	638	580	574	548	466
8	1017	1141	1166	1150	1268	1312	1161	1067	1065	1132	1070	999	973	1153	1200	1095	948	1003	929	1086	759	788	781	818	715	669	749	801	691	639	732	678	495	478	538	614
9	1170	1040	1175	995	1251	1156	1195	1089	1174	1072	1042	1006	1065	1112	1105	997	1056	985	1093	1052	835	825	794	855	786	751	755	657	684	801	659	729	584	495	561	541
10	1243	1256	1246	1361	999	1142	1228	1097	960	1040	952	1145	989	1206	1181	1014	1052	923	983	1048	809	747	776	885	803	681	743	771	680	636	632	642	585	602	584	718
11	1128	1130	1140	1291	1227	1034	1341	1076	1046	1120	1017	980	1174	1000	918	1121	947	1141	1044	906	981	762	894	729	743	758	677	732	631	648	706	617	464	579	495	559
PROM.	1149	1131	1120	1131	1147	1141	1155	1106	1038	1039	1050	1068	1019	1030	1006	1013	980	978	975	1002	825	781	780	813	715	730	707	759	664	664	670	677	541	523	516	531
DS	116.09	99.39	100.83	124.67	133.90	125.12	95.65	64.05	69.36	74.40	64.32	83.29	94.65	93.61	121.40	74.96	80.14	99.49	105.40	113.28	78.78	88.05	56.12	62.29	57.26	52.25	70.32	61.07	22.07	61.09	35.74	89.49	43.36	47.72	40.72	81.86
CV (%)	10.11	8.79	9.00	11.02	11.68	10.97	8.28	5.79	6.68	7.16	6.13	7.80	9.29	9.09	12.07	7.40	8.18	10.17	10.81	11.31	9.55	11.27	7.20	7.67	8.01	7.16	9.95	8.04	3.32	9.20	5.33	13.22	8.01	9.13	7.90	15.40
MAX	1260	1260	1274	1361	1318	1346	1341	1235	1174	1132	1142	1220	1191	1206	1200	1121	1107	1141	1094	1201	981	966	894	900	803	798	816	846	691	801	732	867	587	602	584	718
MIN	872	975	956	947	851	943	1014	1011	960	904	935	980	913	904	825	909	849	860	778	879	714	655	715	705	586	663	563	657	631	569	625	549	464	476	457	452
IC (95%)	63.11	54.03	54.81	67.77	72.79	68.01	51.99	34.82	37.70	40.44	34.97	45.28	51.45	50.88	65.99	40.75	43.57	54.08	57.29	61.58	42.82	47.86	30.51	33.86	31.13	28.40	38.22	33.20	12.00	33.21	19.43	48.65	23.57	25.94	22.14	44.50

Tabla 57. Pesos semanales: 35 días de edad (engorde)

N° Pollo/ Corral	TRATAMIENTOS																																						
	T ₀				T ₁				T ₂				T ₃				T ₄				T ₅				T ₆				T ₇				T ₈						
	TESTIGO				DDGS (10%)				DDGS (15%)				DDGS (20%)				DDGS (25%)				HF (5%)				HF (10%)				HF (15%)				HF (20%)						
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3																												
1	1781	1805	1802	1546	1800	1551	1741	1626	1600	1662	1545	1745	1325	1492	1882	1435	1629	1290	1428	1504	1256	1407	1378	1262	1253	1190	1399	1247	1229	1136	1035	1230	953	833	883	1069			
2	1678	1609	1836	1711	1601	1946	1744	1580	1510	1584	1599	1714	1642	1374	1388	1684	1469	1454	1616	1788	1451	1144	1244	1360	1225	1312	1300	1211	1214	1225	1404	1163	889	845	885	974			
3	1879	1527	1614	1754	1513	1904	1626	1464	1539	1565	1699	1529	1688	1668	1390	1654	1574	1797	1428	1757	1303	1538	1402	1255	1206	1304	1240	1288	1142	1084	1139	1150	877	896	807	964			
4	1423	1454	1624	1856	1600	1485	1751	1644	1790	1543	1552	1828	1291	1777	1581	1539	1346	1570	1406	1573	1349	1490	1406	1293	1243	1224	1195	1327	1172	1214	1094	1168	867	890	957	810			
5	1812	1855	1928	2000	1669	1626	1723	1737	1747	1496	1466	1560	1425	1887	1377	1550	1546	1453	1374	1314	1468	1225	1164	1397	1234	1197	1374	1209	1150	1285	1026	1170	865	821	847	813			
6	1421	1584	1777	1660	1729	1595	1913	1625	1557	1595	1350	1533	1515	1572	1498	1556	1555	1400	1638	1444	1283	1305	1205	1273	1314	1178	1207	1216	1135	1208	727	928	945	1085	1009	788			
7	1793	1840	1647	1610	1877	1629	1549	1715	1495	1583	1735	1490	1833	1480	1782	1532	1395	1469	1398	1525	1439	1398	1399	1233	1211	1236	1177	1277	1129	1110	1288	1265	899	1019	903	1018			
8	1770	1786	1554	1644	1728	1549	1716	1830	1533	1661	1532	1748	1570	1582	1426	1287	1406	1533	1366	1326	1383	1304	1140	1412	1228	1230	1239	1222	1175	1160	1132	1210	753	803	867	787			
9	1565	1602	1916	1930	1703	1817	1695	1710	1413	1672	1548	1623	1214	1315	1881	1616	1323	1527	1514	1517	1378	1193	1477	1315	1216	1260	1221	1214	1077	1152	1299	1114	859	839	856	745			
PROM.	1680	1674	1744	1746	1691	1678	1718	1659	1576	1596	1558	1641	1500	1572	1578	1539	1471	1499	1463	1528	1368	1334	1313	1311	1237	1237	1261	1246	1158	1175	1127	1155	879	892	890	885			
DS	171.19	148.97	138.37	153.32	110.67	167.42	98.68	104.76	120.77	59.62	114.89	120.65	204.10	183.94	214.24	119.87	109.42	138.88	102.40	164.48	76.33	134.62	124.32	64.62	32.66	47.63	79.20	42.40	45.98	63.24	197.53	96.46	58.04	96.73	60.53	119.96			
CV (%)	10.19	8.90	7.93	8.78	6.54	9.98	5.75	6.31	7.66	3.74	7.37	7.35	13.60	11.70	13.57	7.79	7.44	9.26	7.00	10.77	5.58	10.09	9.47	4.93	2.64	3.85	6.28	3.40	3.97	5.38	17.53	8.35	6.61	10.84	6.80	13.55			
MAX	1879	1855	1928	2000	1877	1946	1913	1830	1790	1672	1735	1828	1833	1887	1882	1684	1629	1797	1638	1788	1468	1538	1477	1412	1314	1312	1399	1327	1229	1285	1404	1265	953	1085	1009	1069			
MIN	1421	1454	1554	1546	1513	1485	1549	1464	1413	1496	1350	1490	1214	1315	1377	1287	1323	1290	1366	1314	1256	1144	1140	1233	1206	1178	1177	1209	1077	1084	727	928	753	803	807	745			
IC (95%)	93.06	80.98	75.22	83.35	60.16	91.01	53.64	56.95	65.65	32.41	62.46	65.59	110.95	99.99	116.46	65.16	59.48	75.50	55.67	89.41	41.49	73.18	67.58	35.13	17.75	25.89	43.06	23.05	24.99	34.38	30.21	52.44	31.55	52.58	32.91	65.21			

Tabla 58. Pesos finales: 38 días de edad (final de engorde)

Nº Pollo/ Corral	TRATAMIENTOS																																						
	T ₀				T ₁				T ₂				T ₃				T ₄				T ₅				T ₆				T ₇				T ₈						
	TESTIGO				DDGS (10%)				DDGS (15%)				DDGS (20%)				DDGS (25%)				HF (5%)				HF (10%)				HF (15%)				HF (20%)						
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
1	1675	1718	1982	1970	1988	1744	1940	1794	1693	1821	1791	1746	2077	1533	2148	1802	1863	2058	1884	1444	1525	1743	1535	1525	1476	1438	1360	1433	1212	1462	1628	1329	1127	1210	1094	928			
2	2138	2011	1799	1816	1985	1977	1954	2000	1776	1891	1969	1749	1413	1765	1878	1812	1604	1649	1633	2053	1600	1598	1486	1496	1481	1443	1360	1417	1406	1420	1593	1158	1012	1223	1014	1163			
3	1879	1831	2048	2002	1941	2173	1891	2044	1868	1860	1815	1721	1861	2062	1555	1789	1621	1626	1582	1675	1595	1296	1609	1600	1515	1684	1408	1698	1298	1227	1334	1333	1009	1004	1091	1163			
4	1976	1735	1853	1817	1852	1995	1953	1963	1963	1747	1946	1842	1626	1652	2050	1695	1776	1795	1651	1704	1521	1587	1563	1562	1468	1394	1471	1421	1377	1174	1263	1385	1044	992	1172	1055			
5	1984	2083	1796	1854	2132	1788	2124	1869	1796	1857	1746	1983	1740	1870	1725	1668	1544	1714	1672	1633	1725	1426	1529	1609	1405	1550	1463	1552	1328	1480	1465	1354	1016	971	1081	1063			
6	1749	2095	2146	1800	1622	1678	1855	1769	1935	1750	1786	2001	1759	1728	1566	1799	1552	1590	1565	1796	1792	1606	1642	1584	1504	1368	1424	1357	1300	1221	1204	1645	1087	1098	1186	887			
7	2024	1915	1976	2155	1945	2213	1864	1912	1753	1877	1774	2059	1461	1762	1827	1928	1814	1790	1911	1689	1619	1373	1590	1662	1523	1495	1553	1602	1411	1138	1309	1318	1135	1137	1089	866			
8	2046	1741	1854	2233	2069	1791	1936	1649	1782	1893	1784	1746	1830	2076	1599	1921	1773	1689	1745	1997	1425	1529	1438	1571	1505	1450	1688	1526	1194	1516	1194	1652	1069	1085	958	1133			
9																																							
PROM.	1934	1891	1932	1956	1942	1920	1940	1875	1821	1837	1826	1856	1721	1806	1794	1802	1693	1739	1705	1749	1635	1532	1545	1571	1480	1481	1462	1515	1311	1328	1376	1396	1060	1089	1076	1024			
DS	156	158	127	166	154	201	84	132	93	59	83	138	218	189	224	92	127	148	131	198	150	141	63	51	38	95	104	115	78	144	158	158	48	91	76	117			
CV (%)	8.08	8.33	6.55	8.47	7.95	10.46	4.34	7.05	5.11	3.22	4.57	7.41	12.65	10.47	12.48	5.13	7.47	8.52	7.68	11.31	9.21	9.20	4.11	3.23	2.55	6.39	7.08	7.59	5.98	10.87	11.51	11.35	4.50	8.32	7.04	11.48			
MAX	2138	2095	2146	2233	2132	2213	2124	2044	1963	1893	1969	2059	2077	2076	2148	1928	1863	2058	1911	2053	1911	1743	1642	1662	1523	1684	1688	1698	1411	1516	1628	1652	1135	1223	1186	1163			
MIN	1675	1718	1796	1800	1622	1678	1855	1649	1693	1747	1746	1721	1413	1533	1555	1668	1544	1590	1565	1444	1425	1296	1438	1496	1405	1368	1360	1357	1194	1138	1194	1158	1009	971	958	866			
IC (95%)	84.93	85.66	68.82	90.10	83.89	109.17	45.78	71.83	50.56	32.16	45.32	74.77	118.30	102.83	121.71	50.21	68.77	80.55	71.17	107.49	81.81	76.59	34.50	27.57	20.55	51.45	56.28	62.54	42.60	78.46	86.07	86.09	25.96	49.23	41.18	63.87			

Imágenes del recojo de datos en el proyecto de investigación: Efecto de granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) o harina de frijol (*Phaseolus acutifolius*) en la productividad de pollos de carne línea Cobb - 500, en el módulo de aves de la Estación Experimental Chachapoyas de la UNTRM.

Muestras de DDGS



Fotografía 1.

Muestra de harina de frijol tepari (HF)

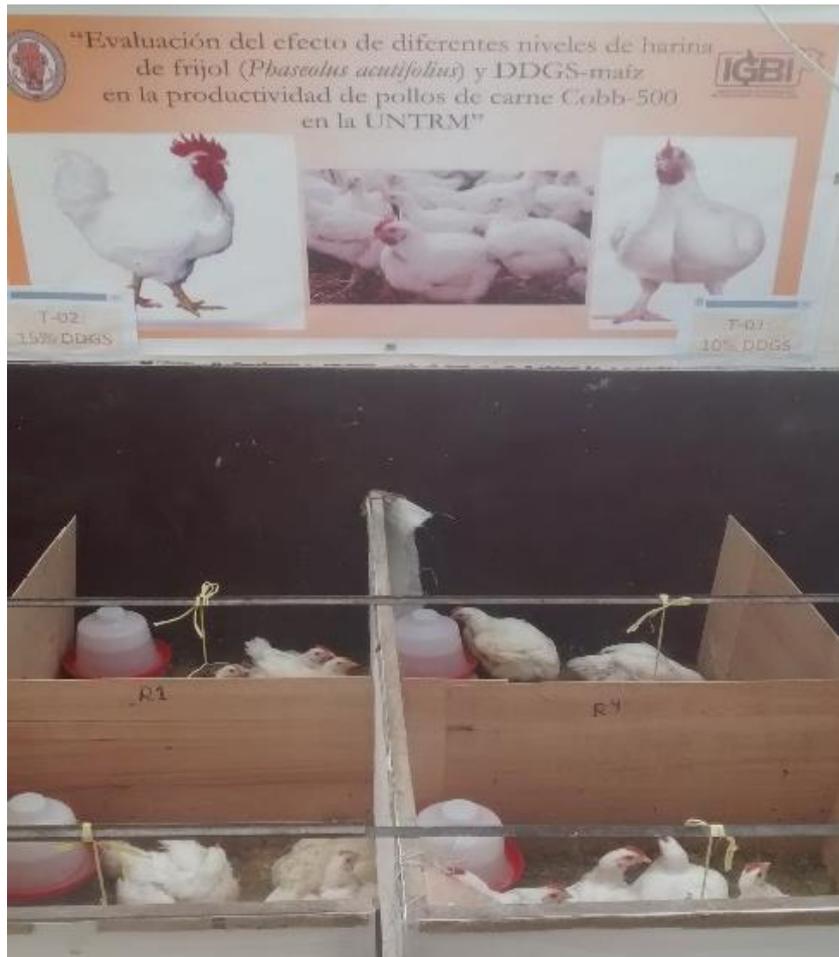


Fotografía 2.

Vista de la distribución de las unidades experimentales



Fotografía 3.



Fotografía 4.



Fotografía 5.

Registro de pesos en cada semana de evaluación



Fotografía 6.



Fotografía 7.