

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Eficiencia de los pollos de engorde Sasso bajo diferentes  
requerimientos nutricionales**

Estudiante

Roberth Jose Loayza Portilla  
Lindell Antonio Torres Fernandez

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.  
Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, agosto 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ROGEL CASTILLO**

Director Departamento de Ciencia y Producción Agrícola

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Resumen .....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos .....	10
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	15
Resultados y Discusión.....	16
Conclusiones .....	24
Recomendaciones.....	25
Referencias.....	26

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Inicio). .....	11
Cuadro 2 Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Crecimiento) .....	12
Cuadro 3 Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Crecimiento y Finalización).....	13
Cuadro 4. Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Finalización) .....	14
Cuadro 5 Rendimientos de crecimiento de pollos de engorde SASSO bajo diferente requerimiento nutricionales.....	16
Cuadro 6 Rendimiento de la canal de pollos de engorde SASSO bajo diferentes requerimientos nutricionales.....	22
Cuadro 7 Rendimiento de la canal de engorde SASSO Bajo diferentes requerimientos nutricionales (Machos).....	23

## Resumen

El uso de requerimientos nutricionales ajustados a los nuevos genotipos en pollos de engorde es primordial para que estos puedan expresar plenamente su potencial genético. Por ende, se han llevado múltiples investigaciones científicas en diferentes líneas productivas para obtener mayor eficiencia en la producción y asimismo reducir los costos. Este estudio evaluó el rendimiento de crecimiento y características de la canal para 1,500 aves de lento crecimiento de la genética Sasso, sin sexar, alimentadas por los requerimientos nutricionales de Aviagen®, NRC, Rostagno, Cobb y FEDNA para un período de 35 de días. A cada tratamiento se le acordó 300 pollos distribuidos en seis corrales (repeticiones) de 50 pollos. Las dietas formuladas según los requerimientos nutricional de Aviagen® mejoró los rendimientos de pesos en todas las etapas crecimiento de los pollos SASSO en comparación con los otros grupos evaluados ( $P \leq 0.05$ ). La viabilidad de las aves no se afectó por los diferentes requerimientos nutricionales. El grupo con requisitos nutricionales de Cobb tuvo el mayor consumo ( $P \leq 0.05$ ), pero resultó ser la dieta menos eficiente ( $P \leq 0.05$ ). Asimismo, los tratamientos Rostagno y NRC mostraron el menor consumo, pero obtuvieron pesos finales similares a los grupos FEDNA y Cobb. Las dietas formuladas con un buen balance los aminoácidos digestibles como Aviagen® presentaron mejores rendimientos. No se encontró diferencias significativas en las características de la canal de los pollos de engorde ( $P > 0.05$ ).

*Palabras clave:* Aviagen, Cobb, FEDNA, Lento crecimiento, Rendimiento, NRC, Rostagno.

## Abstract

The use of nutritional requirements adjusted to the new genotypes in broilers is essential so that they can fully express their genetic potential. Therefore, multiple scientific investigations have been carried out in different production lines to obtain greater efficiency in production and also reduce costs. This study evaluated the growth performance and carcass characteristics for 1,500 slow-growing unsexed birds of the Sasso genetic fed by the nutritional requirements of Aviagen, NRC, Rostagno, Cobb and FEDNA for a period of 35 days. 300 chickens distributed in six pens (repetitions) of 50 chickens were assigned to each treatment. The diets formulated according to the nutritional requirements of Aviagen improved the weight yields in all the growth stages of the Sasso chickens in comparison with the other groups evaluated ( $P < 0.05$ ). The viability of the birds was not affected by the different nutritional requirements. The Cobb group had the highest consumption ( $P < 0.05$ ), but it turned out to be the least efficient diet ( $P < 0.05$ ). Likewise, the Rostagno and NRC treatments showed the lowest consumption, but obtained similar final weights to the FEDNA and Cobb groups. Diets formulated with a good balance of digestible amino acids such as Aviagen showed better yields. No significant differences were found in the characteristics of the carcass of broilers ( $P > 0.05$ ).

*Keywords:* Aviagen, Broiler, Cobb, NRC, FEDNA, Rostagno, slow growth.

## Introducción

Desde la década de 1950, el peso corporal de los pollos de engorde a las seis semanas de edad ha aumentado más del 3.3% por año, y la cantidad de alimento necesaria para alcanzar un peso de mercado se ha reducido a la mitad (Zuidhof et al. 2014). A pesar de los beneficios acumulados para el consumidor (precios accesibles) debido al aumento de la eficiencia y el rápido crecimiento, hay preocupaciones de que el bienestar animal se ha deteriorado (Lusk et al. 2018). Es por esto por lo que, en la actualidad, la industria avícola se está moviendo hacia la producción de pollos de engorde de crecimiento lento y / o sin antibióticos en lugar de pollos de engorde convencionales (Barbosa Filho et al. 2017). Este movimiento en el sector avícola es liderado por el aumento en la demanda por calidad, sostenibilidad y bienestar, pues existe un grupo creciente de consumidores dispuesto a gastar más en carne de animal que se han criado en mejores condiciones de vida (Haddad 2020).

Se ha sugerido el uso de líneas genéticas de pollos de engorde de lento crecimiento para solventar los problemas de bienestar. Estudios anteriores encontraron que las líneas genéticas de crecimiento más lento son más activas, tienen niveles más bajos de cojera y menos lesiones en el corvejón y las almohadillas de las patas que las razas de crecimiento más rápido (Kjaer et al. 2006). A pesar de las nuevas tendencias de mercado, comenzar una producción de engorde de pollos de genéticas de lento crecimiento representa un riesgo considerable. Además, de la poca investigación que se tiene sobre estos sistemas de producción, los costos aumentan drásticamente. Se sabe que los costos de producción por libra aumentan entre un 11% y un 25% para las razas de lento crecimiento en comparación a los pollos convencionales, siempre dependiendo del peso meta que el productor exija (Lusk et al. 2019). Esto se debe a que estas aves se tardan más en alcanzar el peso de sacrificio, a menudo de 52 a 81 días en comparación con los 35 a 42 días de los pollos de engorde de crecimiento rápido, además de que consumen más alimento para alcanzar el mismo peso, que es uno de los costos principales de la producción de pollos de engorde (Alqaisi et al. 2017). Por ende, es primordial

encontrar métodos de optimizar el consumo y el aprovechamiento de nutrientes en cada una de las fases del animal según su genética.

Los requisitos nutricionales en la alimentación de los pollos de engorde cambian según la línea genética y la edad. Por este motivo, en pollos de engorde han realizado investigaciones con diferentes requerimientos nutricionales en torno a los avances genéticos de las últimas líneas de pollos de engorde (Shakouri Daryoush y Malekzadeh 2016). Para una producción rentable, es importante conocer los requerimientos nutricionales de la línea genética en sus diferentes fases. Las etapas de alimentación son divisiones que se realizan para optimizar el uso del alimento. Estas divisiones se basan en los procesos fisiológicos y metabólicos del animal, con el objetivo de proporcionar al ave la cantidad necesaria de nutrientes a una determinada edad y evitar el desperdicio (Bailey 2020). Igualmente, las interacciones entre la calidad nutricional, la genética y las instalaciones óptimas son fundamentales para que el animal exprese su máximo potencial genético y así lograr altos rendimientos durante la etapa de producción (Jawasreh et al. 2019). Estudios recientes llevados a cabo en nutrición avícola reportan requerimientos basados en aminoácidos digestibles que contribuyen en la formulación de dietas que suplementan las necesidades de aminoácidos en su máximo requerimiento.

Mientras algunas tablas de requerimientos nutricionales recomiendan formular en base a aminoácidos digestibles (Rostagno 2017; Aviagen 2018; Santomá y Mateos 2018; Aviagen 2019; Cobb 2019), otras como NRC recomiendan formular según los aminoácidos totales. Formular bajo los aminoácidos totales puede ser un problema ya que puede generar deficiencias en aminoácidos esenciales en los genotipos usados en la actualidad (Sheikhasan Sadighi et al. 2020). Es importante saber que la producción sin clasificación por sexo es aún usada internacionalmente, sobre todo en los países en desarrollo, por esta razón algunas tablas de requerimientos nutricionales fueron establecidas sin importancia al sexo (Aviagen 2019). Sin embargo, una de las mayores contradicciones

al formular de esta manera es que los requerimientos de aminoácidos digestibles son mayores para los machos en diferencia a las hembras. Por ende, otros autores deciden formular en base a los requerimientos del macho (Rostagno 2017). Para el pollo de la genética Sasso no existen muchos estudios sobre su desempeño bajo diferentes requerimientos nutricionales debido a que la producción de especies criollas es una nueva tendencia. Por lo tanto, el propósito del estudio fue evaluar diferentes dietas según los requisitos nutricionales de NRC (1994) (Shakouri Daryoush y Malekzadeh 2016; Rostagno 2017; Santomá y Mateos 2018; Aviagen 2019; Cobb 2019) en el desempeño productivo y características de la canal de pollos de engorde Sasso.

## **Materiales y Métodos**

Todos los procedimientos adoptados en la realización de este experimento se aprobaron por la Escuela Panamericana de Agricultura, Zamorano, Honduras y realizadas con las Directrices para la experimentación de animales. El ensayo se llevó a cabo en la ubicación de Aves de Investigación y Formación Centro de la Escuela Panamericana de Agricultura Zamorano, situada en el Yegüare Valle, a 30 km de la Carretera Tegucigalpa- Danlí, Honduras. La unidad avícola se encuentra a 800 m sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 1100 mm, y un promedio de temperatura de 28 °C.

Un total 1500 pollos del genotipo Sasso de 1 día de edad se distribuyó aleatoriamente en cinco tratamientos, seis repeticiones por tratamiento y 50 pollos por repetición, en una densidad de 11 pollos/m<sup>2</sup>. Los tratamientos experimentales consisten en dietas formuladas basado en los requerimientos nutricionales dados por NRC (1994) (0 -21 días; 22-35 días); (Santomá y Mateos 2018) (0-28 días, 29-35 días); (Aviagen 2019) (0-10 días; 11-24 días; 25-35 días); (Cobb 2019) (0-8 días; 8-18 días; 19-28 días; 29-35 días); (Rostagno 2017) (0-7 días; 8-21 días; 22-35 días). (Shakouri Daryoush y Malekzadeh 2016)

**Cuadro 1**

*Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Inicio).*

Ingredientes	Requerimientos nutricionales para pollos de engorde				
	NRC (D 0-21)	FEDNA (D 0-28)	Aviagen® (D 0-10)	Cobb (D 0-8)	Rostagno (D 0-7)
Maíz amarillo convencional	40.33	60.02	45.83	50.11	36.679
Harina de soya	44.199	34.169	42.94	40.23	47.112
Aceite de palma africana	10.817	1.307	6.35	5.057	11.415
Enzima	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla colina	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Mycofix plus 5.0 <sup>1</sup>	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Carbonato	1.659	1.484	1.486	1.39	1.545
Biofost	1.515	1.634	1.638	1.493	1.569
Bicarbonato	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Sal común	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
L-lisina	0	0.06	0.168	0.16	0.12
DL-metionina	0.306	0.196	0.352	0.326	0.355
L-treonina	0.044	0	0.107	0.104	0.075
Costo de la dieta	459.22	462.46	444.26	492.26	521.06
<i>Composición proximal (%)</i>					
EM Cont (Kcal/kg)	3200	2850	3000	2975	3200
CP	23	19.6	23	22	24.27
Ca	1	0.95	0.96	0.9	0.971
P	0.45	0.48	0.48	0.45	0.463
Lys	1.1	1	1.28	1.22	1.307
Met+cis	0.9	0.75	0.95	0.91	0.967
Treo	0.8	0.66	0.86	0.83	0.863
Trp	0.22	0.18	0.23	0.2	0.235

*Nota.* <sup>1</sup>cada kg contiene: vitamina A, 13,500 UI; vitamina D3, 3,375 UI; vitamina E, 34 mg; B2, 6 mg; ácido pantoténico, 16 mg; ácido nicotínico, 56 mg; Cu, 2,000 mg; ácido fólico, 1.13 mg; vitamina B12, 34 mg; Mn, 72 mg; Zn, 48 mg.

El alimento y el agua se ofrecieron ad libitum en comederos y bebederos de niple. La distribución fotoperiódica propuesta por Aviagen® se utilizó de la siguiente manera: 0 a 7 d de edad, se utilizó 23 L: 1 D; 8–32 días, se utilizó 20 L: 4 D; 33–35 días, se utilizó 3 L: 1 D. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controlaron por criadoras de gas, gestión de cortinas y ventiladores. El galpón fue desinfectado según las normas de calidad ambiental del Poultry Research and Training Center Protocol 24 h antes de los polluelos entraron en el área experimental, esta fue desinfectada

con amonio cuaternario (5%). No se utilizaron medicamentos ni cuidados veterinarios terapéuticos durante la etapa experimental. Las aves se vacunaron contra la enfermedad de Newcastle, la enfermedad de Gumboro y de bronquitis infecciosa.

## Cuadro 2

*Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Crecimiento).*

Ingredientes	Requerimientos nutricionales para pollos de engorde				
	NRC (D 22-35)	FEDNA (D 29-35)	Aviagen® (D 11-24)	Cobb (D8-18)	Rostagno (D 8-21)
Maíz amarillo convencional	50.951	65.587	48.662	59.005	40.493
Harina de soya	36.25	28.565	39.544	32.374	44.54
Aceite de palma africana	8.716	1.668	7.42	4.169	10.579
Enzima	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla <sup>1</sup>	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
colina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Mycofix plus 5.0 <sup>1</sup>	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Carbonato	1.6	1.37	1.34	1.304	1.378
Biofost	1.07	1.136	1.435	1.38	1.361
Bicarbonato	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Sal común	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
L-lisina	0.03	0.194	0.109	0.223	0.12
DL-metionina	0.18	0.27	0.3	0.323	0.332
L-treonina	0.073	0.08	0.06	0.092	0.067
Costo de la dieta	424.43	463.98	435.21	481.34	513.57
Composición proximal (%)					
EM	3200	2950	3100	3025	3200
CP	20	17.6	21.5	19	23.31
Ca	0.9	0.82	0.87	0.84	0.878
P	0.35	0.37	0.435	0.42	0.419
Lys	1	1.02	1.15	1.12	1.256
Met+cis	0.72	0.78	0.87	0.85	0.929
Treo	0.74	0.68	0.77	0.73	0.829
Trp	0.22	0.19	0.18	0.18	0.226

*Nota.* <sup>1</sup>cada kg contiene: vitamina A, 13,500 UI; vitamina D3, 3,375 UI; vitamina E, 34 mg; B2, 6 mg; ácido pantoténico, 16 mg; ácido nicotínico, 56 mg; Cu, 2,000 mg; ácido fólico, 1.13 mg; vitamina B12, 34 mg; Mn, 72 mg; Zn, 48 mg.

Los indicadores del desempeño del crecimiento de los pollos de engorde se determinaron semanalmente. La viabilidad fue determinada por animales vivos entre los existentes al comienzo del experimento. La ingesta de alimento se calculó utilizando el método de oferta y rechazo. El índice de

conversión de alimento se calculó como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 kg de peso corporal. El peso inicial y el final del experimento se realizará de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión  $\pm 1.00$  g.

### Cuadro 3

*Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Crecimiento y Finalización).*

Ingredientes	Requerimientos nutricionales para pollos de engorde		
	AVIAGEN (D 25-35)	Cobb (D 19-28)	Rostagno (D 22-35)
Maíz amarillo convencional	53.075	60.797	48.225
Harina de soya	34.704	30.135	39.565
Aceite de palma africana	8.21	5.036	8.203
Enzima	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Premezcla <sup>1</sup>	0.35	0.35	0.35
colina	0.05	0.05	0.05
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12
Carbonato	1.212	1.18	1.25
Biofost	1.279	1.205	1.141
Bicarbonato	0.28	0.28	0.28
Sal común	0.23	0.23	0.23
L-lisina	0.09	0.17	0.13
DL-metionina	0.263	0.293	0.302
L-treonina	0.037	0.054	0.054
Costo de la dieta	490.36	477.75	497.81
Composición proximal (%)			
EM	3200	3100	3200
CP	19.5	18	23.31
Ca	0.79	0.76	0.878
P	0.395	0.38	0.419
Lys	1.03	1.02	1.256
Met+cis	0.8	0.8	0.929
Treo	0.69	0.66	0.829
Trp	0.16	0.18	0.226

*Nota.* <sup>1</sup>cada kg contiene: vitamina A, 13,500 UI; vitamina D3, 3,375 UI; vitamina E, 34 mg; B2, 6 mg; ácido pantoténico, 16 mg; ácido nicotínico, 56 mg; Cu, 2,000 mg; ácido fólico, 1.13 mg; vitamina B12, 34 mg; Mn, 72 mg; Zn, 48 mg.

A los 35 días, se seleccionaron 20 pollos mixtos por cada tratamiento y se sacrificaron para determinar el peso vivo al sacrificio, peso de la canal, pechuga, molleja, hígado, corazón, y grasa

abdominal. Los pollos de engorde ayunaron durante 6 h. Se consideró el peso medio de cada tratamiento para seleccionar al azar los pollos de engorde para el sacrificio. Los pollos de engorde fueron sacrificados por un veterinario certificado utilizando el método de dislocación cervical mecánica (aturdimiento), y una vez que las aves estaban inconscientes, se utilizó la técnica de desangrado. Los pollos sacrificados se suspendieron de las patas durante 2 minutos durante el sangrado. Luego, las canales se sumergieron en un escaldado con una temperatura de 60 ° C durante 3 minutos y un flujo de agua de 1 L/ave/min. Posteriormente, se utilizó una desplumadura circular durante 10 segundos. El eviscerado se realizó manualmente.

#### Cuadro 4

*Ingredientes y requerimientos nutricional para pollos de engorde (Finalización).*

Ingredientes	Requerimientos nutricionales para pollos de engorde
	Cobb (D 29-35)
Maíz amarillo convencional	60.80
Harina de soya	30.14
Aceite de palma africana	5.03
Enzima	0.05
Coccidiostato	0.05
Premezcla <sup>1</sup>	0.35
colina	0.05
Mycofix plus 5.0	0.12
Carbonato	1.18
Biofost	1.205
Bicarbonato	0.28
Sal común	0.23
L-lisina	0.17
DL-metionina	0.293
L-treonina	0.054
Costo de la dieta	475.90
Composición proximal (%)	
EM (Kcal/Kg)	3150
CP	17
Ca	0.76
P	0.38
Lys	0.97
Met+cis	0.76
Treo	0.63
Trp	0.17

*Nota.* <sup>1</sup>cada kg contiene: vitamina A, 13,500 UI; vitamina D3, 3,375 UI; vitamina E, 34 mg; B2, 6 mg; ácido pantoténico, 16 mg; ácido nicotínico, 56 mg; Cu, 2,000 mg; ácido fólico, 1.13 mg; vitamina B12, 34 mg; Mn, 72 mg; Zn, 48 mg.

Para determinar el peso relativo de las porciones comestibles, los pollos de engorde se pesaron antes del sacrificio en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión  $\pm 0.1$  g. Posteriormente, se tomaron aleatoriamente seis muestras de carne de pechuga (250 g) para cada tratamiento de tres pollos de engorde machos y tres hembras. Posteriormente, las muestras se almacenaron en bolsas de plástico a una temperatura de  $-15^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis de laboratorio.

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple en un diseño totalmente aleatorizado, antes de realizar el análisis de varianza se procedió a verificar la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogorov Smirnov y para la uniformidad de la varianza, la prueba de Bartlett, en los casos necesarios se empleó la Décima de (Duncan 1955) para determinar las diferencias entre medias. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Todos los análisis se desarrollaron según el software estadístico SPSS versión 23.1.

## Resultados y Discusión

El Cuadro 5 muestra el rendimiento de crecimiento en pollos de engorde de la genética Sasso bajo diferentes requerimientos nutricionales durante cinco semanas de vida. En la primera semana experimental, la dieta formulada bajo los requerimientos de Rostagno aumentó el peso vivo ( $P \leq 0.05$ ) sin diferencias notable con el grupo de Sasso-Aviagen.

### Cuadro 5

*Rendimientos de crecimiento de pollos de engorde Sasso bajo diferente requerimiento nutricionales.*

Variables	Tratamientos Experimentales					EE±	Valor P
	NRC	FEDNA	AVIAGEN	Cobb	Rostagno		
0-7 d							
PI (g)	35.38	35.38	34.62	34.32	35.68	0.210	0.197
Peso (g)	124.33 <sup>b</sup>	125.5 <sup>b</sup>	133.01 <sup>a</sup>	126.17 <sup>b</sup>	133.66 <sup>a</sup>	0.981	<0.001
Consumo (g/ave)	118.54	115.87	132.53	120.37	117.37	2.469	0.209
ICA (kg/kg)	1.32	1.29	1.34	1.31	1.20	0.017	0.401
Viabilidad (%)	100	100	100	100	100	0	
8-14 d							
Peso (g)	302.60 <sup>b</sup>	296.97 <sup>b</sup>	325.67 <sup>a</sup>	305.63 <sup>b</sup>	319.03 <sup>a</sup>	2.676	<0.001
Consumo (g/ave)	256.30 <sup>b</sup>	278.83 <sup>a</sup>	198.8 <sup>c</sup>	228.63 <sup>b</sup>	271.37 <sup>a</sup>	5.833	<0.001
ICA (kg/kg)	1.45 <sup>b</sup>	1.65 <sup>a</sup>	1.03 <sup>d</sup>	1.28 <sup>c</sup>	1.47 <sup>b</sup>	0.042	<0.001
Viabilidad (%)	99.3	98	100	100	100	0.234	0.014
15-21 d							
Peso (g)	509.17	499.77	525.87	509.23	503.93	4.141	0.345
Consumo (g/ave)	351.96 <sup>ab</sup>	352.85 <sup>ab</sup>	363.33 <sup>a</sup>	335.01 <sup>ab</sup>	323.433 <sup>c</sup>	4.152	0.009
ICA (kg/kg)	1.72	1.74	1.84	1.66	1.78	0.179	0.540
Viabilidad (%)	100	100	100	100	100	0	
22-28 d							
Peso (g)	772.23 <sup>b</sup>	817.67 <sup>a</sup>	848.47 <sup>a</sup>	778.60 <sup>b</sup>	704.60 <sup>c</sup>	10.048	<0.001
Consumo (g/ave)	525.78 <sup>b</sup>	589.46 <sup>a</sup>	588.17 <sup>a</sup>	544.97 <sup>ab</sup>	458.57 <sup>c</sup>	11.241	<0.001
ICA (kg/kg)	2.01 <sup>b</sup>	1.86 <sup>b</sup>	1.84 <sup>b</sup>	2.02 <sup>b</sup>	2.33 <sup>a</sup>	0.049	0.004
Viabilidad (%)	100	100	100	100	100	0	
29-35 d							
Peso (g)	1,083.1 <sup>c</sup>	1,129.4 <sup>b</sup>	1,169.9 <sup>a</sup>	1,079.5 <sup>c</sup>	1,057.2 <sup>c</sup>	5.176	<0.001
Consumo (g/ave)	651.77 <sup>d</sup>	711.42 <sup>c</sup>	883.50 <sup>b</sup>	993.17 <sup>a</sup>	709.40 <sup>c</sup>	24.755	<0.001
ICA (kg/kg)	2.10 <sup>c</sup>	2.39 <sup>c</sup>	2.75 <sup>b</sup>	3.32 <sup>a</sup>	2.03 <sup>c</sup>	0.097	<0.001
Viabilidad (%)	99	99	100	100	99	0.141	0.012
0-35 d							
Consumo (g/ave)	1,906.49 <sup>c</sup>	2,050.73 <sup>b</sup>	2,166.34 <sup>a</sup>	2,222.14 <sup>a</sup>	1,884.11 <sup>c</sup>	26.314	<0.001
ICA (kg/kg)	1.72 <sup>b</sup>	1.77 <sup>b</sup>	1.76 <sup>b</sup>	1.92 <sup>a</sup>	1.76 <sup>b</sup>	0.015	<0.001
Viabilidad (%)	99 <sup>ab</sup>	98 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	99.67 <sup>a</sup>	0.241	0.028

Notas. <sup>a-d</sup> Las medias con letras diferentes en la misma fila difieren en P, 0.05. El peso corporal se realizó de forma individual (n = 300).

Cada corral se consideró como una unidad experimental para determinar el consumo de alimento, el índice de conversión alimenticia y la viabilidad (n = 6).

Abreviaciones: ICA, Índice de conversión alimenticia

Para las variables de consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y viabilidad no hubo una diferencia significativa en las cinco dietas estudiadas. El desempeño productivo del día 8 al 14 indicó que el tratamiento experimental Aviagen® mostró mejor desempeño en el peso corporal ( $P \leq 0.05$ ) en comparación a los otros tratamientos sin diferencias significativas con Rostagno. El consumo de alimento en el grupo FEDNA mostró diferencias estadísticas a las dietas Aviagen®, Cobb, y NRC. Con respecto al índice de conversión alimenticia, AVIAGEN tuvo los mejores rendimientos ( $P \leq 0.05$ ) siendo significativamente diferente a los otros cuatro tratamientos. No hubo diferencias notables en la viabilidad de las aves ( $P > 0.05$ ). En la tercera semana de crecimiento (día 15-21), similar a los datos anteriores no hubo diferencia estadística en el peso vivo de los grupos ( $P > 0.05$ ).

Sin embargo, el grupo Aviagen® resultó tener la mayor tasa de consumo ( $P \leq 0.05$ ) sin diferencia significativa con FEDNA y NRC, mientras que Rostagno tuvo el menor consumo de alimento. Para el índice de conversión alimenticia, Cobb ha tenido la mejor tasa, pero sin diferencias significativas a los otros grupos ( $P > 0.05$ ). Debido a la resiliencia de la genética Sasso, la viabilidad de las aves se ha mantenido alta sin diferencias significativas entre las dietas. De igual forma, en la cuarta semana experimental (día 22 a 28), el grupo de Sasso-Aviagen aumentó el peso corporal y la ingesta de alimento con diferencias estadísticas con los tratamientos experimentales Cobb, NRC y Rostagno ( $P \leq 0.05$ ).

Este último resultó tener el mayor índice de conversión alimenticia con diferencia estadística a las otras dietas ( $P \leq 0.05$ ). Esta semana la viabilidad de todos los tratamientos fue de 100%. En la última semana experimental (día 29 a 35), el grupo Sasso-Aviagen® demostró un mejor desempeño en el peso con respecto a las otras dietas ( $P \leq 0.05$ ). Sin embargo, el tratamiento FEDNA igualmente tiene diferencias estadísticas a los grupos de NRC, Cobb, y Rostagno ( $P \leq 0.05$ ). En lo que consiste consumo de alimento NRC tuvo los resultados más bajos con diferencia a las otras dietas ( $P \leq 0.05$ ), mientras que el tratamiento Cobb mostró el mayor consumo de alimento mayor a los otros grupos ( $P \leq 0.05$ ). Para esta semana, los pollos alimentados bajo los requerimientos nutritivos FEDNA, NRC y

Rostagno resultaron ser más eficiente en lo que es conversión alimenticia siendo estadísticamente diferentes a Cobb y Aviagen® ( $P \leq 0.05$ ) y sin diferencia significativa entre ellos.

Asimismo, no hubo diferencias significativas entre grupos para la viabilidad de las aves. El desempeño productivo acumulado del día 0 al 35 para pollos SASSO alimentados con diferentes requerimientos nutricionales muestra que los tratamientos experimentales Aviagen® y Cobb han tenido los valores más altos en lo que es consumo de alimento y viabilidad ( $P \leq 0.05$ ) sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, las aves alimentadas con la dieta formulada bajo los requerimientos nutritivos del grupo Cobb mostraron el peor índice de conversión alimenticia en comparación a los otros tratamientos ( $P \leq 0.05$ ).

Como se muestra en el Cuadro 5, el grupo NRC mostró el desempeño más bajo en términos de consumo de alimentos y aumento de peso corporal, esto se debe a que los requisitos alimenticios se establecieron hace 27 años (NRC 1994), este tipo de dietas no fueron formuladas en base a los aminoácidos digeribles. Cuando el balance de las porciones se realiza según el total de aminoácidos, se desestima la digestibilidad entre los ingredientes y se asume que el porcentaje de aminoácidos incluidos en la matriz de las formulaciones está totalmente disponible para los animales (Martínez y Valdivié 2021). En la actualidad las mejoras genéticas del sector avícola han sido respaldadas con piensos con mayor especificidad que ayudan a expresar plenamente el potencial genético (Tavárez y Solís de los Santos 2016). Por lo tanto, las necesidades nutricionales de los pollos de engorde se ajustan según los cambios fisiológicos y genéticos (Aviagen 2019).

Según Waldroup et al. (1976) el desequilibrio de aminoácidos en las raciones de aves de corral podría compensarse con un mayor consumo de la dieta, en estos casos la tasa de crecimiento puede alcanzar buenos rendimientos, pero no un nivel de eficiencia alimenticia esperado. Sin embargo, los genotipos actuales no son capaz de corregir esa deficiencia de nutrientes con consumo voluntario (Aviagen 2019). De igual manera, varios estudios demostraron que el nivel de lisina dietética propuesto por NRC (1994) es muy baja para la etapa inicial (Vazquez y Pesti 1998; Abdel-Maks et al.

2009). Esto explica los bajos rendimiento obtenido en las primeras semanas de crecimiento en comparación a Aviagen o Rostagno ( $P \leq 0.05$ ) ya que estos fueron formulados específicamente para sus requerimientos en diferentes estados fisiológico.

Estudios científicos como los de Kheiri y Alibeyghi (2017) informan sobre la formulación de dietas con diferentes niveles de lisina según los requisitos de NRC, se concluyó que la inclusión de 20% más de este aminoácido esencial mejoró la ganancia de peso. Nuestros resultados mostraron que el aumento del 14.06% en el nivel de lisina en la dieta del grupo Aviagen®, en comparación con el requerimiento de NRC, mejoró la respuesta productiva para las 5 semanas experimentales (Cuadro 1 y 5). Por otro lado, las dietas formuladas según los requerimientos del grupo (Rostagno 2017) requieren un alto contenido de proteínas (25, 31-22, 62%) y aminoácidos (principalmente lisina, metionina, treonina y valina) debido a que están compuestas según los requerimientos nutricionales del macho. Esto aumenta el contenido de nitrógeno que puede deprimir el desarrollo en los pollos de engorde (Kamel et al. 2019). Además, los aminoácidos absorbidos más allá de las necesidades reales no se pueden almacenar, se terminan desdoblando en amoníaco como subproducto tóxico en el torrente sanguíneo, lo que debilita el rendimiento productivo (Namroud et al. 2008), como se muestra en el Cuadro 5. De igual manera, la menor viabilidad del grupo FEDNA ( $P \leq 0.05$ ) en comparación con los otros grupos podría deberse al bajo contenido de proteínas (21.20-18.5%) y aminoácidos en las dietas. Al no cumplir con los requerimientos nutricionales de un cierto genotipo se puede obtener resultados no óptimos para la tasa de crecimiento, la capacidad antioxidante y la respuesta del sistema inmune (Min et al. 2017). En el Cuadro 5 podemos ver que, aunque el tratamiento FEDNA haya tenido un buen desempeño productivo fue la que tuvo la viabilidad más baja.

Por lo contrario, las dietas formuladas bajos los requerimientos nutricionales de Aviagen® obtuvieron el mayor peso corporal desde la primera semana experimental (Cuadro 5), en comparación a las dietas formuladas en base aminoácidos totales (NRC 1994) con exceso de aminoácidos digestibles (Rostagno 2017) y con deficiencia de proteína y aminoácidos (Santomá y Mateos 2018). Maiorka et al.

(2005) obtuvieron resultados similares para pollos de engorde Ross 308, donde se consideró más que todo los aminoácidos digestibles. De igual manera, los resultados obtenidos en el experimento concuerdan con Rostagno et al. (1995), quienes afirman que las dietas formuladas en base a aminoácidos digeribles tienen una mayor precisión en la calidad de las proteínas la misma, afectando directamente la respuesta productiva y la pechuga en pollos de engorde. De acuerdo con Butler et al. (2020), formular bajo estos criterios hace que la matriz de aminoácidos se absorba en la epidermis del intestino para luego sintetizarla a proteínas. Para lograr una productividad eficiente en una nueva línea genética como en nuestro caso, es primordial evaluar periódicamente los requisitos de aminoácidos (Liu et al. 2019). Abdel-Maks et al. (2009) enfatizaron que las dietas formuladas con requerimientos nutricionales no acordes a la línea genética y categoría productiva no satisfacen sus requerimientos nutricionales diarios, lo cual incrementa los costos de producción reduciendo la rentabilidad.

Con respecto a la codificación Sasso-Aviagen®, este mostró el mayor peso corporal causando un mayor consumo en contraste a los otros tratamientos. Según Aviagen (2019), la ingesta semanal de alimento aumenta con la edad del pollo, por lo que las aves más pesadas aumentan su ingesta para satisfacer sus necesidades. Lo que hace que los aminoácidos tengan un efecto indirecto sobre la ingesta del alimento (Cerrate et al. 2010). Es por esto que la ganancia de peso disminuye al formular por debajo del nivel requerido para un crecimiento óptimo. Pues al disminuir su peso corporal, el requerimiento calórico disminuye mientras el ave necesite consumir menos alimentos para cubrir su necesidad energética (Gous 2018). Los desequilibrios de aminoácidos en dietas debido a la mala formulación del alimento o mala digestibilidad de los ingredientes reducen la ingesta y la eficiencia para convertir el alimento en peso (Belloir et al. 2019).

De esta manera, los grupos NRC, Rostagno y FEDNA aparentemente formulados con un déficit o excesos de aminoácidos disminuyó la ingesta de alimento y a la vez la respuesta productiva (Cuadro 5). Por otro lado, Melegy et al. (2010) informaron que, en los primeros días de vida, las aves no están

preparadas para el consumo de dietas con alto contenido de lípidos debió a la baja capacidad emulsionante y deficiencias en la actividad de las enzimas lipasas, así los lípidos saturados por su baja polaridad requirieron una mayor cantidad de sales biliares para la formación de emulsiones y micelas. En este sentido, los requerimientos nutricionales de (NRC 1994) exigen un alto contenido de energía metabolizable en la etapa inicial (3200 kcal/kg) teniendo altos contenido de aceite de palma (ricos en C16:0 y C18:0) y grasa cruda (12.56%) (Cuadro 1), lo que podría afectar el crecimiento de los pollos de engorde, sobre todo en la etapa inicial. Además, SASSO (2018) recomienda no utilizar aceites, carnes o pescados para esta línea genética. Cabe recalcar que, a pesar de la disponibilidad de nuevos requisitos nutricionales para los pollos de engorde, los requerimientos dados por Shakouri Daryoush y Malekzadeh (2016) siguen siendo los más utilizados en los países en desarrollo como referencia científica.

Por otro lado, el uso de programas de alimentación por fases o etapas se utiliza para aprovechar los cambios en los requerimientos de los pollos de engorde en las diversas etapas de crecimiento, así mismo reduciendo los costos de producción de alimento (Saveewonlo et al. 2019). De esa manera, los programas de alimentación que incluyen mayor cantidad de fases tienen un mejor desempeño productivo. En nuestro experimento, los tratamientos Aviagen y Rostagno fueron programados de manera trifásica, mientras que Cobb fue suplementado en cuatro etapas, y NRC y FEDNA en dos. Sin embargo, únicamente Aviagen® logró alcanzar un peso final superior a los tratamientos bifásico. Aunque las dietas Rostagno y Cobb hayan sido formuladas en tres etapas o más, obtuvieron un peso corporal similar o incluso inferior a las dietas formuladas por NRC. En el caso de Rostagno se podría justificar que por el alto contenido de proteína (25,31-22,62%) y aminoácidos de estas dietas se obtuvo una menor respuesta productiva.

**Cuadro 6**

*Rendimiento de la canal de pollos de engorde Sasso bajo diferentes requerimientos nutricionales (machos).*

Variables (%)	Tratamientos experimentales					EE±	Valor P
	NRC	FEDNA	AVIAGEN	Cobb	Rostagno		
Canal	65.81	65.50	64.67	64.80	66.11	0.3467	0.638
Pechuga	12.62	11.92	12.21	12.00	12.83	0.1823	0.449
Molleja	2.12	1.94	1.98	1.89	1.98	0.0385	0.413
Hígado	2.02 <sup>b</sup>	1,83 <sup>b</sup>	2.02 <sup>b</sup>	2.36 <sup>a</sup>	1,99 <sup>b</sup>	0.0546	0.038
Corazón	0.51 <sup>b</sup>	0.49 <sup>b</sup>	0.52 <sup>b</sup>	0.51 <sup>b</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.0114	0.043
Grasa abdominal	1.58	1.34	1.53	1.57	1.57	0.0735	0.838

*Notas.* Las medias con letras diferentes en la misma fila difieren en  $P < 0.05$ .

Los rendimientos se calcularon por partes en peso / peso vivo X 100%.

Canales cadáver sin vísceras, cabeza ni patas.

El Cuadro 6 muestra los resultados de las características de la canal de pollos de engorde machos con diferentes requerimientos nutricionales. En lo que consiste peso de la canal, pechuga, hígado y grasa abdominal no se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Asimismo, se determinó que el tratamiento Rostagno aumenta el peso relativo del corazón ( $P \leq 0.05$ ) y que Cobb aumentaba el del hígado ( $P \leq 0.05$ ) en comparación a las otras dietas formuladas bajo diferentes requerimientos.

**Cuadro 7**

*Rendimiento de la canal de engorde Sasso Bajo diferentes requerimientos nutricionales (Hembras).*

Variables (%)	Tratamientos experimentales					EE±	Valor P
	NRC	FEDNA	AVIAGEN	Cobb	Rostagno		
Peso canal	65.55	66.22	67.88	67.90	65.96	0.241	0.623
Pechuga	12.16	13.21	13.35	13.11	12.14	0.178	0.057
Molleja	2.05	2.04	1.88	2.00	2.20	0.052	0.410
Hígado	2.15	2.12	1.97	1.99	2,06	0.035	0.433
Corazón	0.52	0.46	0.50	0.49	0.56	0.013	0.052
Grasa	1.75	1.26	1.53	1.56	1.38	0.066	0.179

*Notas.* Las medias con letras diferentes en la misma fila difieren en  $P < 0.05$ .

Los rendimientos se calcularon por partes en peso / peso vivo X 100%.

Canales sin vísceras, cabeza ni patas

De la misma manera, el Cuadro 7 muestra los resultados obtenidos de las características de la carcasa de las hembras bajo diferentes requerimientos nutricionales. En este caso no hubo diferencias estadísticas en ninguna de las variables estudiadas ( $P > 0.05$ ). En la actualidad se sabe que los aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina son determinantes para aumentar el peso la pechuga. Pues autores como Wecke et al. (2016) encontraron una relación directa entre el contenido de lisina y el rendimiento de la pechuga, en su experimento se comparó los aminoácidos lisina, treonina y valina y encontraron que la lisina fue la más determinante para aumentar peso de la pechuga. En nuestro experimento los cambios de contenidos de lisina no indicadores un efecto significativo en este aspecto. Esto se debe a que la genética de estas aves tiene unos atributos diferentes al pollo convencional. Según (SASSO 2018) es primordial no forzar estos animales en tener rápido crecimiento usando dietas de alta densidad. Ellos recomiendan dejar crecer el pollo hasta 10 semanas de edad para que pueda desarrollar buen sabor y textura. Pues a diferencia del pollo de rápido crecimiento, estos consumen menos alimentos y son menos eficiente para convertir el alimento en peso. En efecto, para el día 35 estas aves alcanzaron un peso alrededor de 1.1 kg Cuadro 5, que representa prácticamente la mitad del peso de un ave convencional para esta misma edad. Sería interesante hacer este análisis una vez el pollo llegue a su peso de mercado.

## **Conclusiones**

Las dietas formuladas según los requerimientos nutricionales de Aviagen® mejoró el peso vivo de pollos SASSO en comparación con los otros grupos evaluados. El grupo Cobb tuvo el mayor consumo de alimento y la menor eficiencia alimenticia. La viabilidad no se afectó debido a las dietas experimentales.

Las dietas experimentales no cambiaron los rendimientos de la canal en hembras y machos de pollos de engorde, excepto el peso relativo del corazón y del hígado.

## Recomendaciones

Formular dietas bajo los requerimientos nutricionales de Aviagen® para obtener resultados positivos en el desempeño productivo.

Realizar una relación costo-beneficio de las dietas formuladas según diferentes requerimientos nutricionales para conocer la factibilidad económica de las producciones de pollos Sasso.

Realizar un estudio de ciclo de vida de la producción de pollos de Sasso bajo diferentes requerimientos nutricionales.

## Referencias

- Abdel-Maks A, Yan F, Cerrate S, Coto C, Wang Z, Waldroup PW. 2009. Effect of Dietary Crude Protein, Lysine Level and Amino Acid Balance on Performance of Broilers 0 to 18 Days of Age. *International Journal of Poultry Science*. 9(1):21–27. doi:10.3923/ijps.2010.21.27.
- Alqaisi O, Ndambi OA, Williams RB. 2017. Time series livestock diet optimization: cost-effective broiler feed substitution using the commodity price spread approach. *Agricultural and Food Economics*. 5(25):2–19. doi:10.1186/s40100-017-0094-9.
- Aviagen. 2018. Management Handbook. [sin lugar]; [consultado el 15 de jul. de 2021]. [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/RossBroilerNutritionSpecs2019EN.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossBroilerNutritionSpecs2019EN.pdf).
- Aviagen. 2019. Ross Nutrition Specifications for Ross Broiler. [sin lugar]; [consultado el 15 de jul. de 2021]. [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/Ross%20BroilerNutritionSpecs2019-EN.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross%20BroilerNutritionSpecs2019-EN.pdf).
- Bailey CA. 2020. Precision poultry nutrition and feed formulation. En: Freeman ME, editor. *Alone*. New York: Aladdin. p. 367–378.
- Barbosa Filho JA, Almeida M, Shimokomaki M, Pinheiro JW, Silva CA, Michelan Filho T, Bueno FR, Oba A. 2017. Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Griller-Type Broilers of Four Genetic Lines. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 19(1):109–114. doi:10.1590/1806-9061-2016-0261.
- Belloir P, Lessire M, Lambert W, Corrent E, Berri C, Tesseraud S. 2019. Changes in body composition and meat quality in response to dietary amino acid provision in finishing broilers. *Animal*. 13(5):1094–1102. eng. doi:10.1017/S1751731118002306.
- Butler LD, Scanes CG, Rochell SJ, Mauromoustakos A, Caldas JV, Keen CA, Owens CM, Kidd MT. 2020. Cobb MV × Cobb 700 broiler responses to eight varying levels of amino acid density with emphasis on digestible lysine. *Journal of Applied Poultry Research*. 29(1):34–47. doi:10.1016/j.japr.2019.12.002.
- Cerrate S, Coto C, Wang Z, Waldroup PW. 2010. Effect of dietary crude protein, lysine level and amino acid balance on performance of broilers 0 to 18 days of age. *International Journal of Poultry Science*. 9(1):21–27. English.
- Cobb. 2019. Broiler Performance & Nutrition Supplement. [sin lugar]; [consultado el 15 de jul. de 2021]. <https://www.cobb-vantress.com/assets/5a88f2e793/Broiler-Performance-Nutrition-Supplement.pdf>.
- Duncan. 1955. Análisis de varianza de un factor El procedimiento *ANOVA de un factor*; [consultado el 11 de ago. de 2021]. <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/GuiaSPSS/14anova1.pdf>.
- Gous RM. 2018. Nutritional and environmental effects on broiler uniformity. *World's Poultry Science Journal*. 74(1):21–34. doi:10.1017/S0043933917001039.
- Haddad J. 2020. Market trends: slow-growing breeds and the impact on efficiency. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 5 de ago. de 2021; consultado el 6 de ago. de 2021]. <https://www.roxell.com/news/market-trends-slow-growing-breeds-and-impact-on-efficiency>.

- Jawasreh K, Al Athamneh S, Al-Zghoul MB, Al Amareen A, AlSukhni I, Aad P. 2019. Evaluation of growth performance and muscle marker genes expression in four different broiler strains in Jordan. *Italian Journal of Animal Science*. 18(1):766–776. doi:10.1080/1828051X.2019.1573647.
- Kamel MH, Ibrahim MY, Ahmed A-W, Samar ST. 2019. Effects of dietary inclusion of non- protein nitrogenous compounds on performance and serum biochemistry of broiler chickens. *Journal of Advanced Veterinary Research*. 9(4):161–169. <https://core.ac.uk/download/pdf/327143135.pdf>.
- Kheiri F, Alibeyghi M. 2017. Effect of different levels of lysine and threonine on carcass characteristics, intestinal microflora and growth performance of broiler chicks. *Italian Journal of Animal Science*. 16(4):580–587. doi:10.1080/1828051X.2017.1302824.
- Kjaer JB, Su G, Nielsen BL, Sørensen P. 2006. Foot pad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. *Poultry science*. 85(8):1342–1348. eng. doi:10.1093/ps/85.8.1342.
- Liu SY, Rochell SJ, Maynard CW, Caldas J, Kidd MT. 2019. Digestible lysine concentrations and amino acid densities influence growth performance and carcass traits in broiler chickens from 14 to 35 days post-hatch. *Animal Feed Science and Technology*. 255:114216. doi:10.1016/j.anifeedsci.2019.114216.
- Lusk JL, Thompson NM, Weimer SL. 2018. The Cost and Market Impacts of Slow Growth Broilers. [sin lugar]. 29 p; [consultado el 6 de ago. de 2021]. <https://static1.squarespace.com/static/502c267524aca01df475f9ec/t/5bdaf60e562fa73fc1584bef/1541076494784/slow+growth+costs+paper+3.pdf>.
- Lusk JL, Thompson NM, Weimer SL. 2019. The Cost and Market Impacts of Slow-Growth Broilers. *Journal of Agricultural and Resource Economics*; [consultado el 6 de ago. de 2021]. 44(3):536–550. eng. doi:10.22004/AG.ECON.292330.
- Maiorka A, Dahlke F, am Penz, am Kessler. 2005. Diets formulated on total or digestible amino acid basis with different energy levels and physical form on broiler performance. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 7(1):47–50. doi:10.1590/S1516-635X2005000100008.
- Martínez Y, Valdivié M. 2021. Efficiency of Ross 308 broilers under different nutritional requirements. *Journal of Applied Poultry Research*. 30(2):100140. doi:10.1016/j.japr.2021.100140.
- Melegy T, Khaled NF, El-Bana R, Abdellatif H. 2010. Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler. *African Journal of Agricultural Research*; [consultado el 6 de ago. de 2021]. 5(21):2886–2892. [https://academicjournals.org/article/article1380872607\\_Melegy%2520et%2520al.pdf](https://academicjournals.org/article/article1380872607_Melegy%2520et%2520al.pdf).
- Min YN, Liu SG, Qu ZX, Meng GH, Gao YP. 2017. Effects of dietary threonine levels on growth performance, serum biochemical indexes, antioxidant capacities, and gut morphology in broiler chickens. *Poultry science*. 96(5):1290–1297. eng. doi:10.3382/ps/pew393.
- Namroud NF, Shivazad M, Zaghari M. 2008. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry science*. 87(11):2250–2258. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18931175/>. doi:10.3382/ps.2007-00499.
- [NRC] Nutrient Requirements of Poultry. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9ª ed. Washington, Dc: [sin editorial].

- Rostagno HS. 2017. Tablas brasileñas para aves y cerdos. 4ª ed. Viçosa: UFV. 488 p. ISBN: 978-85-8179-122-7; [consultado el 6 de ago. de 2021]. <https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>.
- Rostagno HS, Pupa J, Pack M. 1995. Diet Formulation for Broilers Based on Total Versus Digestible Amino Acids. *Journal of Applied Poultry Research*. 4(3):293–299. doi:10.1093/japr/4.3.293.
- Santomá G, Mateos GG. 2018. Necesidades nutricionales para la Avicultura: Normas FEDNA. 2ª ed. Madrid: [sin editorial]. ISBN: 978-84-09-06529-5. [http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/NORMAS\\_FEDNA\\_AVES\\_2018v.pdf](http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/NORMAS_FEDNA_AVES_2018v.pdf).
- SASSO. 2018. Farmers guide to sasso coloured broiler management; [consultado el 7 de ago. de 2021]. <https://www.poultryproducer.com/wp-content/uploads/2018/04/sasso-farmers-guide-to-coloured-broiler-management-1414753018.pdf>.
- Saveewonlo N, Rattanatab S, Ruangpanit Y, Songserm O, Attamangku S. 2019. Effects of Different Phase-Feeding Programs with Different Feed Forms on Broiler Growth Performance, Carcass Traits and Intestinal Morphology. *International Journal of Poultry Science*. 18(4):181–186. doi:10.3923/ijps.2019.181.186.
- Shakouri Daryoush M, Malekzadeh M. 2016. Responses of broiler chickens to the nutrient recommendations of NRC (1994) and the Ross broiler management manual. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 29(2). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902016000200091](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902016000200091). doi:10.17533/udea.rccp.v29n2a02.
- Sheikhhasan Sadighi B, Moravej H, Ghaziani F, Esteve-Garcia E, Kim WK. 2020. Relationship between chemical composition and standardized ileal digestible amino acid contents of corn grain in broiler chickens. *Poultry science*. 99(9):4496–4504. eng. doi:10.1016/j.psj.2020.06.013.
- Tavárez MA, Solis de los Santos F. 2016. Impact of genetics and breeding on broiler production performance: a look into the past, present, and future of the industry. *Animal Frontiers*. 6(4):37–41. doi:10.2527/af.2016-0042.
- Vazquez M, Pesti GM. 1998. Estimation of the lysine requirement of broiler chicks for maximum body gain and feed efficiency. *The Journal of applied poultry research (USA)*. 6(3):241–246. English. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US1997078322>.
- Waldroup PW, Mitchell RJ, Payne JR, Hazen KR. 1976. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. *Poultry science*. 55(1):243–253. eng. doi:10.3382/ps.0550243.
- Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, Korver DR, Robinson FE. 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry science*. 93(12):2970–2982. eng. doi:10.3382/ps.2014-04291.