



Harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) como materia prima en el balanceado para pollos de engorde

Bore leaf flour (Alocasia macrorrhiza) as raw material in the balanced for broiler

Rubén Darío Carreño Correa^a; Deisy Carolina Celis Alba^b; Juan Francisco Bautista Rodríguez^a; Seir Antonio Salazar Mercado^a

^a Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

^b Universidad de Pamplona, Colombia.

Correspondencia: seirantoniosm@ufps.edu.co

Recibido: Marzo, 2022. Aceptado: Abril, 2022. Publicado: Junio, 2022

Resumen

El Bore (*Alocasia macrorrhiza*) ha sido utilizado como suplemento en la alimentación de monogástricos, permitiendo obtener índices productivos favorables respecto a los sistemas de alimentación basados únicamente en balanceados comerciales. Objetivo. La presente investigación buscó evaluar el efecto de la inclusión del forraje de harina de hoja de Bore al 0, 2, 4 y 8% en el balanceado suministrado a pollos machos y hembras de la línea ROSS 308 durante la etapa de finalización (día 31 a 42) sobre el desempeño productivo y la sobrevivencia del animal. Metodología. El estudio se realizó en la finca San Pablo de la Universidad Francisco de Paula Santander en el corregimiento El Diamante, municipio de Chinácota, Norte de Santander. Se utilizaron 120 pollos ROSS-308 (60 hembras y 60 machos) analizando el consumo de alimento (ca), peso vivo inicial (PVI) y final (PVF), ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), rendimiento en canal (RC) y peso de menudencias (PM). Se implementó un modelo factorial A*B (sexo del ave; nivel inclusión de harina). Resultados. No se presentó mortalidad en las aves. Las hembras presentaron el menor PVI y PVF, ca, CA y PM; la GP y el RC fue homogéneo entre machos y hembras. Se evidenciaron diferencias significativas en el PVF, GP y la CA según el nivel de inclusión en la dieta, registrándose los mejores resultados con bajas inclusiones de harina de hoja de bore. Conclusión. Se concluye que se podría incluir hasta un 4% de harina de hoja de Bore en la dieta, obteniendo resultados similares al grupo testigo; utilizando dietas con un máximo de 2% de la harina, los machos podrían presentar mejores resultados respecto a las hembras.

Palabras clave: avicultura, dieta, ROSS-308, suplemento.

Abstract

The Bore (*Alocasia macrorrhiza*) has been used as a supplement in the feeding of monogastric, allowing to obtain favorable productive indices with respect to feeding systems based only in balanced commercial. Objective. The present investigation sought to evaluate the effect of the inclusion of Bore leaf flour forage at 0, 2, 4 y 8% in the balanced supplied to male and female chickens of the ROSS 308 line during the stage of completion (day 31 to 42) on the productive performance and survival of the animal. Methods. The study was carried out at the San Pablo farm of the Francisco de Paula Santander University in the El Diamante village, Chinacota township North of Santander. 120 chickens ROSS-308 were used (60 females and 60 males) analyzing food consumption (ca), initial live weight (PVI) and final (PVF), weight gain (GP), food conversion (CA), performance in channel (RC) and gible weight (PM). A factorial model was implemented A*B (sex of the bird; flour inclusion level). Results. There was no mortality in the birds. The females presented the lowest PVI and PVF, ca, CA y PM; the GP and the RC was homogeneous between males and females. Significant differences were evidenced in the PVF, GP and the CA according to the level of inclusion in the diet, checking in the best results with low bore leaf flour inclusions. Conclusions. It is concluded that up to 4% could be included of Bore leaf flour in the diet, obtaining similar results to the witness group; using diets with a maximum of 2% of the flour, males could present better results compared to females.

Keywords: poultry farming, diet, ROSS-308, supplement

1. Introducción

La avicultura es uno de los grandes protagonistas del crecimiento agropecuario colombiano, sector que registró en el año 2018 un record en la producción de huevo y pollo con un crecimiento del 4.5% en relación con el año anterior [1]. El incremento de la producción avícola en el país ha sido

sostenido y permanente durante los últimos años, identificándose que la producción de pollo en el 2019 ascendió en cerca de 140 mil toneladas, en comparación con los registros del año 2016; y el consumo per cápita paso de 14,20 a 36,47 Kg/persona/año en los últimos 10 años [2].

El consumo de pollo ha llegado a ser de mayor preferencia principalmente debido a sus características nutricionales, ya que presenta un alto contenido de proteína (alrededor del 20%), bajo contenido de grasa (menos del 5%) y relativamente una alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAS, por sus siglas en inglés) [3], [4].

En el crecimiento y desarrollo de las aves se debe contar con un programa de alimentación en función de la genética, las características de la granja y los objetivos de producción. Lo anterior contempla las etapas de alimentación, ya que los requerimientos de nutrientes cambian de acuerdo a la edad de los animales [5]. Entre las líneas de pollo de engorde, Ross es cada vez más eficiente y rentable para la producción de carne con óptimo rendimiento en canal, esto debido al constante mejoramiento del sistema cardiovascular, el sistema inmune y la robusticidad del animal [6], características deseables para adaptarse eficientemente a *climas templados a fríos con menor disponibilidad de oxígeno*.

La industria avícola se caracteriza por el manejo de los sistemas productivos a base de balanceados comerciales, sin embargo, al igual que en la mayoría de sistemas productivos pecuarios, el mayor costo de inversión está representado en la alimentación, principalmente en las fuentes proteicas [7], razón por la cual, es apropiado indagar acerca de materias primas como alternativa para incluir en la dieta del animal, sin afectar los parámetros productivos.

Algunas experiencias en pollos de la línea Ross hacen referencia a la inclusión en la dieta de harina de Bore [8], [9], orégano (*Origanum vulgare*) [10], subproductos marinos [11], Botón de oro *Trichanthera gigantea* y morera *Morus alba* [12]; y con potencial para ser analizado en alimentación animal el uso de harina de grillo [13].

El Bore (*Alocasia macrorrhiza*) ha sido utilizado como suplemento en la alimentación de peces, cerdos y aves [8]. Se ha demostrado que la suplementación de la dieta con este forraje disminuye los costos de producción en la actividad porcícola lo que conlleva a una mayor eficiencia y productividad. Igualmente, en la avicultura se han utilizado dietas alternativas suplementadas con Bore que han logrado índices productivos competitivos contra los modelos tradicionales de crianza basados en la aplicación de dietas con 100% de alimentos balanceados comerciales [9]. Otros autores [14] indicaron que se podría incluir hasta un 5% de harina de hoja de bore en pollos machos Ross 308 con resultados en GP, ca y CA favorables para el avicultor.

El Bore se caracteriza nutricionalmente por la acumulación de almidones en su tallo, nutriente esencial para el aporte energético del animal y un mayor contenido de proteína en las hojas (cercano al 22%) respecto al tallo (entre 5,8 y 8,9%) [9]. Además, el aporte de xantofilas en base seca de la harina

de hoja de Bore ha sido considerado como benéfico en la alimentación de pollos, para mejorar el color de la canal [15], [16].

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar diferentes niveles de inclusión de harina de *A. macrorrhiza* en la dieta de pollos machos y hembras de la línea ROSS 308 durante la etapa de finalización (día 31 a 42) y su efecto sobre la sobrevivencia, el ca, PVF, GP, CA, RC y PM, utilizando un modelo factorial que permita el análisis individual y la interacción de la variable sexo y el nivel de inclusión del forraje en la dieta.

2. Método

El proyecto se desarrolló en la unidad avícola de la finca San Pablo de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS Cúcuta), ubicada en la vereda Urengé Blonay, vía al Corregimiento El Diamante, Municipio de Chinácota, Norte de Santander donde se registró una temperatura promedio de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ y una altitud de 1250 msnm.

2.1 Selección de la muestra. La selección inicia desde un lote de 200 aves de un día de vida proveniente de una avícola comercial, los cuales fueron alojados en sistema de piso. De esta población se seleccionaron a los 30 días de edad 120 pollos (60 hembras y 60 machos) con PVI promedio de $1386,63 \pm 88,90$ g para las hembras y $1541,12 \pm 85,92$ g para los machos; la muestra fue distribuida en un galpón en piso con 24 divisiones o jaulas de 0,50 m por 1 m.

El trabajo se planteó bajo un modelo estadístico factorial A (sexo del ave: macho y hembra) x B (cuatro niveles de inclusión: 0, 2, 4, y 8 % de harina de hoja de *A. macrorrhiza*, respectivamente) conformando ocho tratamientos. La unidad experimental correspondió a una división o jaula con cinco aves, evaluando tres repeticiones.

2.2 Elaboración de dietas. Las dietas experimentales se formularon con base a las exigencias nutricionales para pollo de engorde [17], y se elaboraron en el Laboratorio de Nutrición Animal y Análisis de Alimentos de la UFPS Cúcuta, para lo cual se utilizaron como materias primas, la harina de hoja de Bore (*A. macrorrhiza*), balanceado comercial y aminoácidos esenciales de Lisina (L-lisina) y Metionina (DL-metionina).

La hoja de Bore se recolectó de plantas dispersas en los potreros para ganadería bovina de la finca San Pablo. El secado se realizó en el laboratorio suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la UFPS Cúcuta, utilizando un horno Hot air sterilizer yco-010® a una temperatura de 55°C durante 12 a 16 horas. Se deshidrataron trozos de forraje de cinco a diez cm., utilizando la hoja sin peciolo y nervadura principal. El forraje deshidratado se

transformó en harina con un molino de mano marca CORONA® y se almacenó en bolsas de papel con capacidad de 3 kg. El balanceado comercial también se sometió al molino obteniendo harina, la cual se almacenó en costales de nylon con capacidad para 40 Kg.

La cantidad de proteína y energía bruta de la harina de hoja de bore se determinó en la Universidad Nacional de Colombia; el contenido de grasa y fibra se realizó en la Universidad de Pamplona. El contenido nutricional del balanceado comercial corresponde al reporte en la etiqueta del producto (Tab. 1).

Tabla 1. Composición proximal (%) de la harina de hojas de bore, harina de concentrado comercial y las dietas experimentales

	Harina de concentrado comercial	Harina de A. macrorrhiza	Dietas: Nivel de inclusión			
			D0: 0%	D2: 2%	D4: 4%	D8: 8%
Materia seca	87,0	92,8	87,00	90,97	90,32	91,24
Humedad	13,0	7,2	13,00	9,03	9,68	8,76
Proteína bruta	19,0	21,2	19,00	21,40	21,90	20,40
Extracto etéreo	2,5	4,6	2,50	2,80	6,95	6,65
Fibra bruta	5,0	13,0	5,00	3,76	29,47	27,51
Materia mineral	8,0	12,2	8,00	4,89	5,15	5,11
Extracto no nitrogenado	52,5	41,9	52,50	58,12	26,85	31,57
Carbohidratos	57,5	54,9	57,50	61,88	56,32	59,08
Energía bruta (Kcal/Kg)	4400	4534	4400	4402,90*	4405,80*	4411,50*
Metionina	0,38	--	0,38	0,38*	0,38*	0,38*
Lisina	1,00	--	1,00	1,00*	1,00*	1,00*

* Valores correspondientes a datos de la formulación.

Los ingredientes de las dietas se pesaron y mezclaron en seco, y se humedecieron hasta un 35% de agua; una vez homogénea la mezcla se elaboró el pellet, utilizando un molino para carne marca CI-TALSA referencia M-22 R-2. Esto fue secado en horno a 55 °C, durante 4 horas. Los pellets se empacaron en bolsas de papel para harina de 25 kg; finalmente, se transportó a la finca San Pablo, en donde fue almacenado a temperatura y humedad ambiente.

El porcentaje de materia seca (MS) y de minerales de cada una de las dietas se calculó en el laboratorio de Nutrición Animal y Análisis de Alimentos de la UFPS-Cúcuta. Para el análisis de proteína bruta (PB) se enviaron 200 g. de la dieta al Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), en donde se analizó mediante la técnica KJELDAHL. Para los análisis de Extracto Etéreo (EE) y Fibra bruta (FB) se enviaron 50 g. al Laboratorio de Control de Calidad y Diagnostico de la Universidad de Pamplona. La cantidad de ingredientes usados y la composición nutricional de cada

dieta, se observa en la tabla 1. El porcentaje de carbohidratos (CHO) presentes en la dieta se calculó teniendo en cuenta la siguiente Ec. (1):

$$CHO = FB + ENN (1)$$

Donde: El extracto no nitrogenado (ENN) se calculó con la siguiente Ec. (2):

$$ENN = MS - (PB + EE + FB + Cz) (2)$$

Dónde: Cz representa el coeficiente de curvatura.

2.3 Suministro de dietas y registro de variables. El alimento fue suministrado en las horas de la mañana y el agua se dio *ad libitum*, con lavado diario de bebederos tipo campana. La fase experimental tuvo una duración de 12 días. En el día 31 de vida del ave se registró el peso vivo inicial (PVI) para el experimento; durante la investigación se registró el consumo total de alimento durante los doce días de investigación (ca: cantidad suministrada menos residuo). En el día 42 se realizó el ayuno del animal durante 12 horas para proceder al sacrificio registrando el peso vivo final (PVF) antes y después del sacrificio, calculando el rendimiento en canal (RC); además del peso de las menudencias (PM: hígado, molleja, pescuezo y patas). Finalmente, se calculó ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA).

2.4 Análisis de datos. Los datos se organizaron en Microsoft Excel® y se analizaron a través de Statistical Package for the Social Sciences SPSS versión 22, aplicando prueba de normalidad Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas Levene; posteriormente se analizaron a través de estadística descriptiva (promedio ± desviación estándar; coeficientes de variación) y análisis de varianza ANOVA. Las variables que presentaron diferencias significativas, se sometieron a pruebas de comparación de medias según Tukey, con 95% de confiabilidad.

3. Resultados

La prueba de normalidad y de homogeneidad de varianzas indicó en la mayoría de los casos un comportamiento paramétrico de los datos con varianzas homogéneas, criterio que definió el análisis a través de ANOVA. En el análisis de los datos según el sexo, las dietas y la interacción de los factores se observaron coeficientes de variación (CV) menores al 12%, indicando confiabilidad para los resultados obtenidos (Tablas. 2, 3 y 4).

Durante la etapa experimental no se reportó mortalidad de las aves, indicando que se puede incluir como materia prima del balanceado hasta un 8% de harina de hoja de *A. macrorrhiza* en la alimentación de las aves.

Al comparar los grupos o tratamientos, solo la CA presentó diferencias significativas. La mejor CA se registró en los pollos machos alimentados con la dieta D0 y D2 y en las hembras con la D0, indicando que la suplementación con harina de hoja de Bore evidencia mejores resultados en pollos machos (Tabla. 2). A continuación se describe el análisis por cada factor.

Tabla 2. Registro de variables según interacción de factores sexo del ave y dieta evaluada (grupos o tratamientos)

	PVI P≥0,451	ca P≥0,592	PVF P≥0,055	GP P≥0,066	CA P≤0,024	RC P≥0,599	PM P≥0,350
♀ D0	1387,33 ± 8,68 ^a [0,62]	1902,13 ± 25,77 ^a [1,35]	2273,33 ± 92,91 ^a [4,08]	886,00 ± 99,86 ^a [11,27]	1,76 ± 0,07 ^{ab} [3,97]	78,14 ± 0,47 ^a [0,60]	237,26 ± 3,71 ^a [1,56]
♀ D2	1379,56 ± 30,38 ^a [2,20]	1915,66 ± 68,11 ^a [3,55]	2166,66 ± 70,94 ^a [3,27]	772,73 ± 66,26 ^a [8,57]	1,86 ± 0,03 ^b [1,61]	78,66 ± 0,93 ^a [1,18]	234,93 ± 31,57 ^a [13,43]
♀ D4	1393,73 ± 8,46 ^a [0,60]	1900,86 ± 25,96 ^a [1,36]	2205,33 ± 65,15 ^a [2,95]	811,60 ± 61,14 ^a [7,53]	1,82 ± 0,05 ^b [2,74]	75,62 ± 4,64 ^a [6,13]	218,06 ± 13,14 ^a [6,02]
♀ D8	1385,86 ± 8,94 ^a [0,64]	1903,20 ± 29,66 ^a [1,55]	2153,33 ± 20,81 ^a [0,96]	767,46 ± 28,28 ^a [3,68]	1,86 ± 0,01 ^b [0,53]	77,36 ± 0,35 ^a [0,45]	229,20 ± 18,04 ^a [7,87]
♂ D0	1545,26 ± 9,52 ^a [0,61]	1918,06 ± 11,75 ^a [0,61]	2394,66 ± 43,87 ^a [1,83]	849,40 ± 34,45 ^a [4,05]	1,68 ± 0,03 ^a [1,78]	77,520 ± 0,63 ^a [0,81]	244,13 ± 29,14 ^a [11,93]
♂ D2	1546,13 ± 9,20 ^a [0,59]	1928,93 ± 29,70 ^a [1,53]	2408,66 ± 25,00 ^a [1,03]	862,53 ± 25,81 ^a [2,99]	1,67 ± 0,01 ^a [0,59]	75,96 ± 1,07 ^a [1,40]	264,53 ± 7,24 ^a [2,73]
♂ D4	1547,60 ± 6,72 ^a [0,43]	1959,40 ± 6,23 ^a [0,31]	2273,33 ± 75,05 ^a [3,30]	725,73 ± 76,98 ^a [10,60]	1,79 ± 0,06 ^{ab} [3,35]	75,51 ± 0,44 ^a [0,58]	262,33 ± 8,09 ^a [3,08]
♂ D8	1525,46 ± 16,38 ^a [1,07]	1941,86 ± 19,55 ^a [1,00]	2213,33 ± 20,81 ^a [0,94]	687,86 ± 24,62 ^a [3,57]	1,83 ± 0,01 ^b [0,54]	75,67 ± 0,49 ^a [0,64]	247,80 ± 10,80 ^a [4,35]

Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias en la variable evaluada. Tukey 95% de confiabilidad (P≤0,05). Entre [] se indica el coeficiente de variación en %.

Se encontraron diferencias significativas en las variables PVI, PVF, ca, CA y PM según el sexo del animal; el resto de variables (GP y RC) no presentaron diferencias estadísticas (P≥0,05). El menor resultado en cuanto a PVI, PVF, ca y PM se presentó en las hembras, grupo de animales que también evidenció menos eficiencia respecto a CA. Asimismo, el límite inferior y superior establecido a través del intervalo de confianza 95% para los promedios, es menor para el grupo de las hembras, respecto a los machos. En el caso de GP, CA y RC el límite inferior establecido para el grupo de hembras es mayor respecto al límite inferior establecido en los machos (Tabla. 3).

Tabla 3. Registro de las variables según el sexo del ave

Variable	Hembras	Machos
PVI (g) (P≤0,001)	1386,62 ± 15,39 ^a [1,10] 1377,86 a 1395,38	1541,11 ± 13,36 ^b [0,865] 1532,35 a 1549,87
ca (g) (P≤0,029)	1905,46 ± 35,85 ^a [1,88] 1885,75 a 1925,17	1937,06 ± 22,82 ^b [1,17] 1917,35 a 1956,77
PVF (g) (P≤0,001)	2199,66 ± 75,54 ^a [3,43] 2164,13 a 2235,19	2322,50 ± 94,45 ^b [4,06] 2286,97 a 2358,02
GP (g) (P≥0,256)	809,45 ± 76,71 ^a [9,47] 773,70 a 845,19	781,38 ± 88,39 ^a [11,31] 745,64 a 817,12
CA (P≤0,001)	1,82 ± 0,05 ^a [2,74] 1,80 a 1,85	1,74 ± 0,07 ^b [4,02] 1,71 a 1,77
RC (%) (P≥0,094)	77,44 ± 2,36 ^a [3,04] 76,37 a 78,52	76,16 ± 1,02 ^a [1,33] 75,09 a 77,24
PM (g) (P≤0,004)	229,86 ± 18,28 ^a [7,95] 218,84 a 240,88	254,70 ± 16,81 ^b [6,59] 243,68 a 265,71

Se indica intervalo de confianza al 95%. Letras iguales en la misma fila indican que no hay diferencias en la variable evaluada. Tukey 95% de confiabilidad (P≤0,05). Entre [] se indica el coeficiente de variación en %.

El ca, PVI, RC y PM de los pollos, no presentaron diferencias estadísticas (P≥0,05) de acuerdo a las dietas evaluadas; por otra parte, las demás variables (PVF, CA) si presentaron diferencias significativas (P≤0,05). Estadísticamente las diferencias en la GP según las dietas suministradas al ave, no son concluyente a partir del ANOVA (el P = 0,005 se encuentra en el límite de significancia); la comparación de medias tiende a marcar diferencias a partir de los niveles de inclusión evaluados (Tabla. 4).

Tabla 4. Registro de variables según las dietas evaluadas

Variable	D0	D2	D4	D8
PI (g) (P≥0,350)	1466,30 ± 86,88 ^a [5,92] 1453,91 a 1478,69	1462,85 ± 93,41 ^a [6,38] 1450,46 a 1475,24	1470,66 ± 84,55 ^a [5,74] 1458,27 a 1483,05	1455,66 ± 77,36 ^a [5,31] 1443,27 a 1468,05
Ca (g) (P≥0,757)	1910,10 ± 19,93 ^a [1,04] 1882,22 a 1937,97	1922,30 ± 47,55 ^a [2,47] 1894,42 a 1950,17	1930,13 ± 36,23 ^a [1,87] [2,47] 1902,25 a 1958,01	1922,53 ± 30,87 ^a [1,60] [1,60] 1894,65 a 1950,41
PF (g) (P≤0,002)	2334,00 ± 92,95 ^b [3,98] [3,98] 2283,75 a 2384,24	2287,66 ± 140,82 ^b [6,15] 2237,42 a 2337,91	2239,33 ± 73,06 ^b [3,26] [3,26] 2189,09 a 2289,57	2183,33 ± 37,77 ^a [1,72] [1,72] 2133,09 a 2233,57
GP (g) (P≤0,005)	867,70 ± 69,75 ^b [8,03] 817,15 a 918,24	817,63 ± 66,65 ^{ab} [8,15] 767,06 a 868,17	768,66 ± 77,96 ^a [10,14] 718,12 a 819,21	727,66 ± 49,63 ^a [6,82] [6,82] 677,12 a 778,21
CA (g) (P≤0,001)	1,72 ± 0,07 ^a [4,06] 1,68 a 1,76	1,76 ± 0,10 ^{ab} [5,68] 1,73 a 1,80	1,80 ± 0,05 ^{bc} [2,77] 1,76 a 1,84	1,85 ± 0,02 ^c [1,08] 1,81 a 1,88
RC (g) (P≥0,172)	77,83 ± 0,60 ^a [0,77] [0,77] 76,31 a 79,35	77,31 ± 1,72 ^a [2,22] 75,79 a 78,83	75,56 ± 2,95 ^a [3,90] 74,04 a 77,09	76,52 ± 1,00 ^a [1,30] 74,99 a 78,04
Pm (P≥0,705)	240,70 ± 18,95 ^a [7,87] [7,87] 225,11 a 256,28	249,73 ± 26,12 ^a [10,45] [10,45] 234,15 a 265,31	240,20 ± 26,13 ^a [10,87] 224,61 a 255,78	238,50 ± 16,75 ^a [7,02] [7,02] 222,91 a 254,08

Se indica intervalo de confianza al 95%. Letras iguales en la misma fila indican que no hay diferencias en la variable evaluada. Tukey 95% de confiabilidad (P≤0,05). Entre [] se indica el coeficiente de variación en %.

El menor PVF se registró en las aves alimentadas con la dieta D8, sin embargo, este dato es estadísticamente homogéneo con el PVF registrado al suministrar la dieta D4, indicando que, a mayor inclusión de la harina de hoja de bore, menor es el PVF. De manera coherente la mayor GP se obtuvo con las dietas D0 y D2, resultados estadísticamente homogéneos entre sí; sin embargo, la GP obtenida con la dieta D2 tiende a ser homogénea con los resultados registrados a partir de las dietas D4 y D8. La CA menos eficiente se presentó en los animales que se les suministró la dieta D8. El mejor resultado para CA se evidenció con las dietas D0 y D2. La CA registrada a partir de la dieta D2 tiende a ser homogénea con los datos obtenidos con las dietas D4 y D8 (Tabla 4).

Se identifica que el rango establecido por el intervalo de confianza 95% para el PVF es mínimo en cada grupo de datos obtenido según la dieta evaluada. Este rango o intervalo es más amplio para las variables de GP y CA, indicando que se podrían registrar datos más extremos hacia un mínimo o máximo GP y CA. En general, para estas dos variables, el límite inferior establecido según cada dieta es menor en la medida que se aumenta el nivel de inclusión de harina de hoja de *A. macrorrhiza*, es decir, se observarían individuos (aves) con menor GP y con CA menos eficiente (Tabla. 4).

Para obtener una GP y CA homogénea al registro obtenido con la dieta de 100% balanceado (D0), se podría utilizar hasta un 2% de harina de hoja de Bore (dieta D2) en pollos machos; las hembras evidenciaron con D2 GP similares al grupo testigo, pero una CA levemente menos eficiente respecto a las aves alimentadas con D0 (Tabla. 4).

4. Discusión

4.1 Análisis según sexo del ave. La diferencia en el PVF promedio a favor de los machos, puede atribuirse a las diferencias existentes en el PVI y el PM, ya que los machos iniciaron con mayor peso y las menudencias fueron más pesadas al final del estudio; además no se presentaron diferencias en la GP (diferencia entre PVF y PVI). Las diferencias en el ca y la CA, están acorde a los parámetros según el sexo de aves Ross 308, en donde los machos evidencian un mayor ca y mejor CA respecto a las hembras [5], [18] y [19].

En la presente investigación desarrollada en el año 2017, la CA fue mejor en los machos, sin embargo, este parámetro estuvo por debajo del objetivo esperado. Según estudios reportados en el 2014, en pollos machos Ross 308 se esperaba un PVF a los 42 días de 3023g (peso del ave, sin ayuno), con un ca de 2495g (acumulado del día 31 a 42 de vida, promedio 207,9 g/día) y una CA de 1,67 (todo el ciclo de vida, incluyendo PVI) [18]; y un estudio en el 2018 para Ross 308AP el peso debería ser de 3103g con un consumo de 2486g (207,16 g/día) y 1,62 de CA [20], es decir, mayor peso con menor consumo, para CA más eficiente.

En la presente investigación el PVF en los machos fue de 2322,5g (peso del ave con 12 horas de ayuno) y el ca (del día 31 a 42 de vida) fue de 1937,06g (161,42 g/día) con 1,74 de CA. El menor ca explica el menor PVF del ave; y el menor ca puede estar asociado al hecho que el suministro diario de alimento en la presente investigación fue racionado a criterio de manejo de la finca, siendo esta cantidad menor a la sugerida por las casas comerciales [18], [20]. Considerando que no existió desperdicio, se puede inferir que, de haber suministrado mayor cantidad de alimento, este habría sido consumido por las aves, pudiendo esto influir en el PVF.

El bajo rendimiento también se asocia a que las aves utilizadas en esta investigación iniciaron el experimento con 1386,62g y 1541,11g para hembras y machos (PVI correspondiente al peso vivo a los 30 días de vida sin ayuno), parámetro inferior a los 1771g y 1589g esperados para machos y hembras Ross 308 [22].

La CA de 1,74 y 1,82 obtenida para machos y hembras en la presente investigación es similar a los parámetros reportados para aves Ross 308 en 2012, en el cual aves con PVF entre 2100 y 2300g la CA esperada es de 1,75 [6]. Adicional a los aspectos ya mencionados (menor ca y menor peso vivo al inicio del experimento), el menor rendimiento productivo de las aves puede estar asociado a la respuesta genética del animal y los criterios de manejo en la unidad avícola de la finca San Pablo [5] y [6].

El RC fue homogéneo entre sexos (76,16 y 77,44% machos y hembras), indicando que las diferencias de la CA para el avicultor se reflejaron en la inversión realizada en el alimento suministrado. Las diferencias numéricas en el RC se explican por el mayor PM en los machos. El rendimiento obtenido en la investigación se observa superior al esperado para aves Ross 308 entre 2200 y 2400g de peso vivo con un RC entre 72 a 74% [6], [18] y [20]; sin embargo, se debe tener en cuenta que la canal varía entre las diferentes plantas procesadoras [19] y [20], en este caso, depende del método de sacrificio y eviscerado implementado en la unidad avícola en la cual se realizó el experimento. El mayor RC se puede explicar considerando que el peso en canal registrado en el presente experimento incluye la grasa abdominal, el corazón y pulmones, mientras en el reporte de los autores [18] y [20], la canal eviscerada es pesada sin pescuezo, grasa abdominal ni órganos internos.

El mayor PM en los machos se atribuye a la contextura del sexo del ave (patas y pescuezo más robusto), esto considerando que no se presentaron diferencias en esta variable a partir de las dietas (factor B, ver Tabla. 4) y a partir de los ocho grupos (análisis de la interacción entre factores, ver Tabla. 2).

4.2 Análisis según nivel de inclusión de harina de hoja de bore (dietas). El PVI de las aves fue homogéneo entre dietas, indicando igualdad de condiciones iniciales para comparar el

efecto de la inclusión de harina de hoja de bore en la dieta sobre los parámetros productivos de los pollos.

El ca a partir de las cuatro dietas evaluadas no evidenció diferencias estadísticas. En este caso, el ca no se afectó por causa del elevado contenido de fibra bruta en la dieta, en especial, en las dietas D4 y D8 (Tabla. 1), como lo indican (como se esperaría) algunos autores [21] y [22], esperándose que se incrementará el ca como necesidad para mantener el consumo de energía digestible [22]; y en general, efectos negativos en el consumo voluntario [21]. Al respecto, las cuatro dietas tenían igual nivel de energía bruta, el contenido de carbohidratos y el nivel de materia seca de las dietas experimentales fue mayor respecto a la dieta D0 (Tabla. 1), aspectos que podría explicar la no necesidad de compensar energía digestible.

A su vez, estos resultados difieren de otros estudios. En uno de ellos, se incluyó 0%, 5%, 10% y 15% de harina de hoja de bore en pollos machos (ciclo completo de 1 a 42 días de vida) indicándose que el ca disminuyó en la medida que aumenta la cantidad de harina de hoja de bore incluida en la dieta [23]. Otra investigación que también reporta disminución en el ca, remplazo hasta un 20% el balanceado comercial por diferentes cantidades de suero de leche y un suministro constante de 1 Kg de bore (el autor no especifica las partes de la planta incluidas en la dieta) [24].

En este último caso [24], la disminución en el consumo se puede explicar por el volumen que representa el bore y el suero de leche en la ingesta de las aves. Respecto al primer autor [23], se puede plantear la incidencia de la parte de la hoja utilizada. En la presente investigación se obtuvo la harina sin utilizar la nervadura y el peciolo, fracciones más fibrosas [24], estableciéndose que la composición de la fibra aportada en la dieta pudiese ser más adecuada para las aves, sin embargo, se debe tener en cuenta, que en la presente investigación solo se reporta fibra bruta; los autores [23], [24] no especifican el proceso de obtención de harina y la presentación del forraje de bore en la dieta.

Las diferencias en la GP según las dietas suministradas al ave no fueron concluyentes a partir del ANOVA ($P = 0,005$ se encuentra en el límite de significancia). Considerando que el PVI no presentó diferencias significativas según dietas evaluadas y el PVF fue significativamente diferente según este factor, la GP si debería presentar diferencias significativas, ya que es la resta entre el peso final y el inicial. Así mismo, se reitera que el RC y el PM fueron homogéneos entre las dietas. En la presente investigación se determina que la GP si presentó diferencias significativas a partir de la dieta evaluada, determinándose que el mayor PVF y la mayor GP se obtuvo en el grupo testigo (817,15 a 918,24 g) y estos datos fueron homogéneos a los obtenidos con la dieta D2 (767,06 a 868,17 g). En este caso, se interpreta que la tendencia de los promedios es a la homogeneidad, pero al incluir la harina en la dieta, hay mayor probabilidad de obtener individuos (aves)

de menor peso respecto al grupo testigo (ver límites de confianza para la media en la tabla. 1).

La GP (g) promedio obtenido con las dietas D0 (72,30 g/día), D2 (68,13 g/día), D4 (64,05 g/día) y D8 (60,63 g/día), fue inferior al parámetro esperado para pollos Ross 308 de 91 a 95 g/día durante el periodo del día 31 al 42 de vida [18] e inferior a los 85,44 y 77,17 g/días reportados por [23] con inclusiones de 5 y 10% de hoja de bore. Estos resultados están relacionados con el ca, el cual para esta investigación fue inferior a lo reportado por las casas comerciales y otras investigaciones [18], [23] y [24]. Considerando el PVI homogéneo entre dietas, la menor GP obedece a un menor PVF; a su vez, el menor PVF explica la menor eficiencia en CA.

La GP registrada en la presente investigación, fue similar al incluir 10% de harina de alfalfa *Medicago sativa* con 30,17% de FB en la harina (72,1 g/día) en pollos hembras Hubbard de 35 a 84 días [25]; y superior a una investigación con pollos de engorde de la Línea Cobb Avían 48® del día 21 a 42 de vida que fueron alimentados 100% balanceado comercial (66,13 g/día) y la inclusión de 10% de harina de morera *Morus alba* (49,38 g/día), matarraton *Gliricidia sepium* (56,70 g/día), fruto de palma de aceite molido *Elaeis guineensis* (62,03 g/día); en este caso, las dietas tenían un nivel de fibra cercano al 5% [26]. En estas dos investigaciones, las dietas no afectaron el ca de las aves; resaltando el estudio con *M. sativa* por el hecho de reportar un elevado nivel de fibra, reporte similar a la presente investigación.

De manera coherente, la CA de las dietas D0 y D2 de 1,72 y 1,76 respectivamente, fue menos eficiente al parámetro esperado (CA de 1,69) según la casa comercial al día 42 de vida [18]; sin embargo, este reporte es mejor al indicado por los dos anteriores autores con 0% (3,44) y 5% (3,46) de harina de alfalfa [25] y conversiones entre 2,67 hasta 3,40 [26]. Asimismo, la CA con las dietas D0 y D2 fue más eficiente frente al uso de 5 y 10% de hoja de bore con conversiones de 2,40 y 2,56 respectivamente [23].

El RC fue homogéneo entre las cuatro dietas oscilando entre 75,56 a 77,83%. Estos resultados son similares al incluir 30% de harina de morera (75,68%) como reemplazo del alimento balanceado [27] y 5% de harina de alfalfa (77,1%) [25]. Se reitera en que las diferencias en el RC de la presente investigación respecto a la casa comercial (72 a 74%), son atribuidas al método de sacrificio y eviscerado implementado [18] y [20]. El PM (incluye hígado y molleja) no presentó diferencias significativas entre dietas.

La inclusión de un 4% y 8% de harina de hoja de bore con niveles de fibra de 29,47% y 27,51% no afecta RC por consiguiente, posiblemente no esté afectando el tamaño y peso del intestino como lo afirman algunos autores [22]; a su

vez, no afecto el tamaño de mollejas (se hubiese reflejado en diferencias del PM) como lo indica [21].

5. Conclusiones

El uso de harina de hoja de Bore sin la nervadura principal como materia prima en el balanceado para la alimentación de pollos de engorde de la línea ROSS-308 durante la etapa de finalización (31 a 42 días) en inclusiones de hasta un 8% no representa riesgo de mortalidad, hasta un 4% no afecta los parámetros productivos del ave obteniendo resultados similares al grupo testigo y en un 2% los machos podrían presentar mejores resultados respecto a las hembras.

Reconocimientos

A la Universidad Francisco de Paula Santander por permitir el desarrollo de la investigación a través del uso de la finca San Pablo en el municipio de Chinacota, Norte de Santander (N.S.) y el Laboratorio de Nutrición Animal en la sede ubicada en el municipio de Los Patios, N.S.

Referencias

- [1] Federación Nacional de Avicultores de Colombia FENAVI. Comunicado de prensa "Fenavi registra récord en producción de pollo y huevo en el 2018". Diciembre 2018. [Online]. Disponible en: <http://fenavi.org/centro-de-noticias/el-sector-avicola-crecio-45-en-2018/>
- [2] Federación Nacional de Avicultores de Colombia FENAVI. "Estadísticas del sector. Producción pollo, Consumo per cápita". [Online]. Junio 2020. Disponible: <https://fenavi.org/informacion-estadistica/#>
- [3] C. I. Gallinger, F. J. Federico, D. G. Pighin, N. Cazaux, M. Trossero, A. Marso, C. Sinesi. "Determinación de la composición nutricional de la carne de pollo argentina". Revista Diaeta, vol. 4, núm. 156, pp. 10-18. Julio 2016.
- [4] Centro de la información nutricional de la carne de pollo CINCAP. "Beneficios del consumo de pollo". Enero 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.cincap.com.ar/beneficios-del-consumo-de-pollo/#>
- [5] Aviagen. "Manual de manejo de pollo de engorde Ross". Consultado Enero 15 de 2021. [Online]. Disponible en: https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- [6] AVICOL. "Boletín técnico Ross 308". (2012). Consultado Marzo 20 de 2021. [Online]. Disponible en: <http://avicol.co/descargas2/BoletinTecnicoRoss.pdf>
- [7] O. P. Núñez-Torres. "Los costos de la alimentación en la producción pecuaria". Revista Journal of the Selva Andina Animal Science, vol. 4, núm. 2, pp. 93-94. 2017. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n2/v4n2_a01.pdf
- [8] Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. "Una revisión sobre el Bore (*Alocasia macrorrhiza*)". [Online]. 2012. Disponible: <http://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0i.htm#TopOfPage>
- [9] F. E. Mora-Parra. "Caracterización del Bore (*Alocasia macrorrhiza*) y su utilización como fuentes alternativas para la alimentación animal. Revista de investigaciones agroempresariales". pp. 95-106. Noviembre de 2015. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/riag/article/view/313/335>
- [10] Campos, J. T., Escalona, M. A., Nichorzon, M. R., Ramírez, L. C., & Silva-Acuña, R. "Características productivas en pollos de engorde utilizando harina de orégano como promotor de crecimiento". Revista ESPAMCIENCIA, vol. 12, núm. 2, pp. 107-115. 2021. http://190.15.136.171/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/283/282
- [11] Pérez, R. O., Villavicencio, J. L. E., Espinosa, A. P., & Trujillo, A. G. "Efecto de la inclusión de algunas harinas de subproductos marinos en la dieta, sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda". Revista Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, vol. 4, núm. 2, pp. 2224-2229. 2021. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n2-053>
- [12] Fernández, L. S. S., Echeverri, P. H., Marín, C. L. G., & Orozco, J. D. J. M. "Inclusión de harina de *Trichanthera gigantea* y *Morus alba* en la alimentación de pollos de engorde". Revista Universidad Católica de Oriente, vol. 31, núm. 46, pp. 167-185. 2020. <https://revistas.uco.edu.co/index.php/uco/article/view/324>
- [13] Álvarez, P. J., Mateo, J., & Giráldez, J. "Harina de grillo *Acheta domestica*: composición lipídica y posibilidades sobre su modificación por medio de la dieta". Revista de la Facultad de Ciencias Básicas BISTUA, 18(2), 38-43. 2020. <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/bistua/article/view/841>
- [14] F. López, A. Caicedo, G. Alegría. "Evaluación de tres dietas con harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde". Revista MVZ Córdoba, vol. 17, núm. 3, pp. 3236-3242. Enero de 2012. <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v17n3/v17n3a20.pdf>
- [15] EHG, Ponsano, MF, Pinto, M, Garcia-Neto, PM, Lacava. "Performance and Color of Broilers Fed Diets Containing *Rhodocyclus gelatinosus* Biomass". Revista Brasileira de Ciência Avícola, vol. 6, núm. 4, pp. 237-242. Octubre-Diciembre 2004. <https://www.redalyc.org/pdf/1797/179713984008.pdf>
- [16] W. Liufa, L. Xufang, Z. Cheng. "Carotenoids from *Alocasia* leaf meal as xanthophyll sources for broiler pigmentation. Tropical Science". Revista Tropical Science, vol. 37, pp. 116-122. 1997. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB1997026276>
- [17] H. Santiago, L. F. Teixeira, J. Lopes, P. Cezar, R. Flavia, D. Clementito, A. Soares, S. L. De Toledo, R. Frederico. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3 ed. Viçosa, Brasil: Editora Universitária. 2011. https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Tabelas+brasileiras+-+Rostagno_000gy1tqvm602wx7ha0b6gs0xfz06pk5.pdf
- [18] Aviagen. "Objetivos de rendimiento de pollo de engorde Ross 308". Consultado Enero 15 de 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Broiler%20Ross%20308%20-%20Objetivos%20De%20Rendimiento.pdf>
- [19] Productora Nacional Avícola PRONAVÍCOLA S.A. "Tabla de alimentación para la línea Cobb". [Online]. 2021. Disponible: <http://www.pronavicola.com/contenido/cobb>
- [20] Aviagen. "Objetivos de rendimiento de pollo de engorde Ross 308 AP". Consultado Enero 15 de 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.sanmarino.com.co/images/descargas/ross308/Ross308AP-objetivos-de-rendimiento.pdf>
- [21] G. G. Mateo, R. Lázaro, J. M. Gonzáles-Alvarado, E. Jiménez, B. Vicente. "Efecto de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones". III Curso de especialización FEDNA. Barcelona. 2006. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/54-fibra_piensos_iniciacion.pdf

[22] L. Savón, L. “Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva”. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 36, núm. 2, pp. 91-102. 2002. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018119001.pdf>

[23] F. López, A. Caicedo, G. Alegría. “Evaluación de tres dietas con harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde”. Revista MVZ Córdoba, vol. 17, núm. 3, pp. 3236-3242. Enero 2012. <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v17n3/v17n3a20.pdf>

[24] A. Velásquez, E. Méndez, J. Esquivel. “Sustitución de diferentes niveles de concentrado comercial por suero de leche y Bore (*Alocasia macrorrhiza*) en la fase final de pollos de engorde de la estirpe Ross en el municipio de Florencia, Caquetá, Colombia”. Revista Ciencias Agropecuarias, vol. 3, núm. 2, pp. 27-35. <file:///D:/INFORMACION%20SISTEMA/Downloads/400-1841-1-PB.pdf>

[25] M. Paredes, A. Risso. “Efectos de la inclusión dietaria de harina de alfalfa sobre rendimiento productivo, carcasa y peso de órganos digestivos y linfoides del pollo de engorde tipo orgánico”. Revista Investigaciones Veterinarias

[26] E. Canchila-Asencio, J. Rodríguez-Galvis, R. Corredor-Barrios, U. Navarro-Contreras. “Harinas de forrajeras leñosas y fruto de palma en la dieta de pollos de engorde”. Revista Pastos y Forrajes, vol. 41, núm. 4, pp. 287-291. Octubre-Diciembre 2018. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n4/pyf08418.pdf>

[27] D. Flórez-Delgado, Y. Romero-Arias. “Evaluación de dos niveles de inclusión de harina de morera (*Morus alba*) sobre los parámetros productivos de pollo de engorde”. Revista Mundo Fesc, vol. 8, núm. 16, pp. 55-62. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/293/441>