

Parámetros productivos en pollos broiler utilizando torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) como sustituto parcial de la soya (*Glycine max*)

Productive parameters in Broiler chickens using Sacha inchi cake (*Plukenetia volubilis*) as a partial substitute for soybean (*Glycine max*)

José Luis Alcívar-Cobeña^{1*}, Raquel Vera-Velázquez¹, Erick Alexis Marcillo-Plua², Wilfrido Javier Del Valle-Holguin¹, Richard Antonio Cornejo-Cornejo¹, Blanca Soledad Indacochea-Ganchozo¹ y Madeleidy Martínez-Pérez³

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador.

²Ejercicio Libre.

³Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

*Correo Electrónico: jose.alcivar@unesum.edu.ec

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Unidad de Experimentación Pecuaria (UEPE) de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) Cantón Jipijapa, Ecuador, donde el objetivo fue evaluar los parámetros productivos, índice de conversión, ganancia de peso, mortalidad y consumo de alimento. Dentro del método investigativo se aplicó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos (T) y seis repeticiones; se manejó un universo de 144 pollos de engorde de la línea Cobb, en cada repetición se alojaron seis pollos con un total de 36 pollos por T a evaluar. Se utilizó torta de Sacha Inchi (TSI) como sustituto parcial de la soya en diferentes niveles de inclusión (15; 25 y 35 %) y un testigo que no contenía TSI. Los resultados obtenidos mostraron que el T2 (15 % de TSI) fue el T con mayor promedio en base a ganancia de peso con un rendimiento de 627 gramos, también el T2 obtuvo mejor índice de conversión con 1,81 mostrando así que fue el más eficiente, teniendo en cuenta el testigo que obtuvo el porcentaje más bajo. El índice de mortalidad a los 42 días fue de 1,39 % y la prueba de significación Tukey al 5 % determinó que la mayor ganancia de peso al final de la investigación fue la del T2 (15 % de TSI), seguido del T3 (25 % TSI) y el T4 (35 % de TSI), quedando al final el T1 (Testigo), por lo que se demostró la eficiencia de la inclusión de TSI en la alimentación de PdE como sustituto parcial de la soya.

Palabras clave: Pollos; alimento; torta de Sacha Inchi; aves; peso

ABSTRACT

The research work was carried out in the Livestock Experimentation Unit (UEPE) of the State University of South Manabí (UNESUM) Jipijapa Canton, Ecuador, where the objective was to evaluate the productive parameters, conversion rate, weight gain, mortality and food consumption. Within the investigative method, an experimental design of randomized blocks with four treatments (T) and six repetitions was applied; a universe of 144 broilers of the Cobb line was managed, in each repetition six chickens were housed with 36 chickens per T to be evaluated. Sacha Inchi cake (TSI) was used as a partial substitute for soybeans at different inclusion levels (15; 25 and 35%) and a control that did not contain TSI. The results obtained showed that T2 (15% of TSI) was the T with the highest average based on weight gain with a yield of 627 grams, also T2 obtained the best conversion rate with 1.81, thus showing that it was the most efficient, taking into account the control that obtained the lowest percentage. The mortality rate at 42 days was 1.39% and the Tukey significance test at 5% determined that the highest weight gain at the end of the investigation was that of T2 (15% of TSI), followed by of T3 (25% TSI) and T4 (35% TSI), leaving T1 (Control) at the end, for which the efficiency of the inclusion of TSI in the PdE feed as a partial substitute for soybean was demonstrated.

Key words: Chickens; food; Sacha Inchi cake; birds; weight

INTRODUCCIÓN

La producción avícola ecuatoriana ha crecido enormemente en los últimos años. Según los datos actuales de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/STAT), se puede observar que entre 1990 y 2014 se ha multiplicado por cuatro la producción de pollos de engorde (PdE). De producir 45 millones (mill) de aves con un consumo per cápita de 7 kilogramos-año⁻¹ (kg-año⁻¹) se ha pasado a hoy producir 224 mill de pollos (*Gallus gallus domesticus*) con un consumo de 32-33 kg-año⁻¹. Y con referencia a las aves de postura; casi el 80 % se encuentra en las tierras altas de los Andes, en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha y en la costa de Manabí [14].

Actualmente la avicultura se encuentra centralizada en la costa y el norte del Ecuador, sin embargo, en la región bajo estudio cuenta con excelentes condiciones climáticas, con insumos alimenticios regionales que podrían ser utilizados en la alimentación de aves, tal como la torta de Sacha inchi -TSI- (*Plukenetia volubilis*). Este producto se obtiene como residuo después de la extracción de aceite de su semilla, y se caracteriza por su alto valor proteico de 59,13%. Es así la TSI surge como una alternativa para suplir a insumos proteicos, los cuales conllevan a la disminución de los costos de producción y así ofertar productos a mejores precios [7].

Figueroa [6] menciona que, en la Universidad Estatal del Sur de Manabí se han realizado diversas investigaciones con TSI, una de ellas sobre el comportamiento productivo de PdE que consumen TSI, como sustituto parcial de la soya (*Glycine max*), en ese estudio se contemplaron los tratamientos (T) 10; 20 y 30 % de TSI, se elaboró alimento para las diferentes etapas de desarrollo. Donde el T2 (10 %) fue el T que mostró una mayor ganancia de peso (GdP) con un promedio de 2.666,63 gramos (g), y el que obtuvo el mayor índice de conversión (IC) con promedio de 1,74 donde, se demostró a través del análisis financiero que, todos los T son rentables, por lo que quedó confirmado por los resultados obtenidos que el Sacha inchi (SI) es muy bueno como alimento sustituto parcial de la soya para PdE.

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento productivo de PdE con la inclusión de TSI, como sustituto parcial de la soya, para ello se contemplaron los tratamientos (T) conteniendo 15; 25 y 35 % de TSI, el cual se utilizó en la elaboración de alimento en las diferentes etapas de desarrollo, donde el T2 (15 % de TSI) fue el que mostró mayor GdP con un promedio de 627 g y con mejor IC con promedio de 1,81, demostrando que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo que se acepta la H₁, con el 99 % de confianza, los T son diferentes entre sí. El CV es de 16,37, lo que nos indica que la preparación de balanceado con 15 % de TSI genera una mayor GdP.

La alimentación de las aves es uno de los problemas principales que enfrenta este sector avícola, pues la mayoría de materias primas compiten con alimentos que son utilizados para consumo humano y los altos costos de alimentos balanceados compitiendo directamente con la producción avícola, por esta razón el empleo de nuevas alternativas alimenticias se hace necesario. La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar el consumo de TSI en la dieta de PdE de la línea Cobb 500.

La causa más recurrente en el sector avícola en los últimos años fue el haberse tornado más dependiente del maíz (*Zea mays*) y la soya. La producción de carne de pollo en la actualidad se muestra como una actividad económicamente poco rentable, ya que las insuficientes

fuentes proteicas traen como consecuencia, los altos costos de los balanceados para la alimentación de las PdE.

En base a lo expuesto anteriormente, el objetivo de la investigación fue evaluar los parámetros productivos en la crianza de PdE, utilizando TSI, como sustituto parcial de la soya.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), ubicada a kilómetro y medio vía Noboa, perteneciente al cantón Jipijapa de la provincia de Manabí, Ecuador; las coordenadas geográficas son: 1°20'50" Latitud Sur y 80°32'20" Longitud Oeste, se caracteriza por estar ubicada a 381 metros sobre el nivel del mar. Las condiciones meteorológicas del cantón Jipijapa: temperatura de 18° a 28 °C, humedad relativa de 96 %, precipitación 154 milímetros (mm).

Materiales de campo

Ciento cuarenta y cuatro pollos Cobb 500 machos; comederos y bebederos plástico, artesanales fabricados en Ambato Ecuador; cables para iluminación; toma corriente; interruptor; termómetro Silver Line DC Mexicano; focos; boquillas; palas; fundas; criadora a gas marca MAGNI Ecuatoriana; cilindro de gas; balanza electrónica industrial Rinomaquinaria, fabricante Ecuador, Guayaquil; bomba de fumigar; balde; tabla de registro; mesa y galpón.

Los principales insumos utilizados correspondieron a Macro elementos: Soya; maíz; proteína obtenida de la pasta de *Plukenetia volubilis* (PSI) 59,13 %; polvillo de arroz (PA) y aceite de palma (*Elaeis guineensis*) (AP), la calidad nutricional del alimento formulado, se puede apreciar en la TABLA I. También se incluyó en la dieta micro elementos, Biofos, bicarbonato de calcio; núcleo.

TABLA I
Valor Nutricional de la torta de Sacha Inchi

Componentes	Porcentaje %
Humedad	0,7
Proteína	59,13
Grasa	6,88
Fibra	17,18
Ceniza	8,65
Carbohidratos	7,86

Holguín 2019

En la investigación se tomó como referencia la formulación del alimento del PdE según sus etapas fisiológicas realizado por (Cobb 500, 2015), se elaboró el alimento balanceado donde se utilizaron diferentes niveles de TSI como sustituto parcial de la soya y se utilizó en la dieta de PdE (TABLA II).

Durante la primera etapa del desarrollo fisiológico de los 144 PdE, se suministró el mismo alimento a cada uno de los tratamientos.

Los T2; T3 y T4 posteriormente iniciaron desde el día (d) 1 de la investigación con el suministro de alimento balanceado artesanal

TABLA II
Dietas suministradas en las diferentes etapas fisiológicas a PdE

Materia Prima	Etapa Inicial Lb	Etapa desarrollo Lb				Etapa crecimiento Lb				Etapa final Lb			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Biofos	1,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceite de palma	0,48	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	2,25	1,5	2,4	2
Fosfato	-	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,2	1,4	1,4	1,4
Carbonato de calcio	1,18	0,8	1	1	1	1,2	1,4	1,4	1,4	1,2	1	1,2	1,2
Torta de soya	28,9	37	30	28	27,2	29	26,6	24	24	27,6	25	23	22
Maíz molido	63,8	55	58	58	56	64	62,4	62	59	65	64	62	62
Núcleo	1,49	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
Polvillo de arroz	2,28	4,6	3,9	3,4	4	2,3	2	3,2	3,8	1,1	1,9	2,28	2,3
Sacha inchi	0	0	4,5	7	9,2	0	4	6	8,4	0	3,8	5,8	7,7
Total	99,74	100	100	100	100	100	99,8	100	100	99,75	100	99,48	100
Energía (Kcal)	3022,58	3300	3250	3300	3300	3250	3250	3250	3250	3230	3230	3230	3230
Proteína	21,92	19	19	19	19	18	18	18	18	16	16	16	16

con inclusión de la TSI, el testigo 1 se alimentó con balanceado sin la inclusión de TSI.

Tratamientos evaluados

Se evaluó el comportamiento productivo de los PdE utilizando TSI con un nivel de proteína de 58,7% en tres niveles diferentes, con cuatro T y seis repeticiones, en cada repetición estuvieron ubicados 6 animales.

Las unidades experimentales (UP) se distribuyeron bajo el diseño de bloques al azar utilizando cuatro para el T1 (testigo) que no contempló la utilización de TSI, se utilizó la torta de la soya (TS) en un 100%, para el T2 utilizó TSI en un 15% se reemplazó en un 85% la TS, para el T3 se utilizó TSI en un 25% se sustituyó en un 75% la TS y por último el T4 que contempló la inclusión de la TSI en un 35% se sustituyó en un 65% la TS.

Quedando los tratamientos formulados de la siguiente manera:

- **T1:** testigo, balanceado artesanal elaborado por el autor.
- **T2:** sustitución de la TS en la elaboración del balanceado con un 15% de TSI.
- **T3:** sustitución de la TS en la elaboración del balanceado con un 25% de TSI.
- **T4:** Sustitución de la TS en la elaboración del balanceado con un 35% de TSI.

Diseño experimental

Se manejó un diseño de bloques al azar según Navarro y Vargas [12] con 144 PdE (machos) de la línea Cobb 500 (TABLA III), el diseño se llevó a cabo con cuatro T y seis repeticiones, por cada repetición habían 6 animales, que fueron evaluados en 24 UE, se consideró el control de los 3 niveles (15-25-35)% de TSI.

TABLA III
Delineamiento experimental

Unidades experimentales	144
Número de unidades experimentales por tratamiento	6
Número de tratamientos	4
Números de pollos por unidad experimental	6
Números de pollos por tratamientos	36
Números de pollos por repetición	6
Número de pollos totales en la investigación	144
Número de pollos por m ²	6 x m ²
Área total de la investigación	24 m ²
Metros cuadrados (m ²)	

Análisis estadístico

Se evaluó el comportamiento productivo mediante un análisis de varianza aplicando el diseño experimental bloques al azar, cuyo modelo lineal fue el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta del comportamiento productivo de PdE en la j -ésima repetición del i -ésimo T.

μ = Media general

t_i = Efecto del T_i ; $i = 1, 2, \dots, t$

B_j = Efecto del i -ésimo bloque $j = 1, 2, \dots, r$

E_{ij} = Error experimental

Se realizó un estudio funcional para comprobar por medio del análisis de varianza (ANOVA) si el presente diseño experimental tiene significación y si se acepta o se rechaza la hipótesis de investigación (TABLA IV). Ésta se realizó mediante la prueba de Tukey al 0,05 % de probabilidades.

TABLA IV
Esquema del Análisis de Varianza para el diseño de Bloques al Azar

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	t-1 = 3
Bloques	b-1 = 5
Error experimental	(b-1)(t-1) = 15
Total	bt-1 = 23

Coefficiente de variación (CV): Se utilizará tomando en consideración la siguiente fórmula:

$$CV\% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

CME: Cuadrado medio del error

Variables a ser evaluadas: Determinar los parámetros productivos, por efecto de los diferentes niveles de inclusión de TSI en la alimentación de PdE. Se utilizó el realizado por [7]

El consumo de alimento diario (promedio semanal por ave) se realizó según [2], en las diferentes etapas inicial, desarrollo, crecimiento y final, como se puede observar en la TABLA II.

Durante la primera etapa del desarrollo fisiológico del pollo, se suministró el mismo alimento a cada uno de los T. Las dietas suministradas en las etapas de desarrollo y crecimiento se pueden observar en la TABLA II.

Índice de mortalidad (IM)

Se registró diariamente individuos que por causas diversas yacían muertos dentro de cada tratamiento.

$$IM = \frac{\text{Total de pollos muertos al final del tratamiento}}{\text{Total de pollos al inicio de tratamiento}} \times 100$$

Ganancia de peso diario (promedio semanal por ave) (GPD)

Se realizó la toma de los pesos promedios a los 42 d de edad. Para registrar el peso se procedió a tomar una lectura por repetición, cada una con 6 pollos, es decir un total de 36 pollos, los pesos se registraron en g.

Conversión alimenticia (CA)

Para la obtención de estos datos se procedió a dividir los registros del consumo de alimento y el peso promedio obtenido al final del experimento.

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Peso vivo (kg)}}$$

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante la aplicación del software libre Infostat [8].

Se realizó una evaluación previa de los datos, con el objetivo de estudiar el comportamiento de los mismos, lo cual demostró que son normalidad, así como mostró la kurtosis, que justificó el diseño experimental utilizado en la investigación. Para ello se tomaron 6 pollos por cuatro tratamientos con una muestra de 24 animales considerando el control de los 3 niveles (15-25-35) % de TSI para realizar el análisis de normalidad de los datos (TABLA V).

De esta manera se realizó la determinación de los parámetros productivos, evaluando el consumo de alimento, la mortalidad (M), la ganancia de peso (GP) y conversión alimentaria (CA) por efecto de los diferentes niveles de inclusión de TSI en la alimentación de PdE, tomando como muestra a cada uno de los T.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el análisis de M indica que, a las primeras semanas de haber empezado la investigación no se reportó M para ninguno de los T, mientras que a la semana 5 en el T2 con la inclusión de TSI al 15 % reportó en la bitácora, la muerte de 2 pollos; a los 42 d de haber concluido la investigación no se reportó ningún deceso más. Se puede mostrar que el índice de mortalidad (IM) fue el mínimo ya que el universo corresponde a 144 PdE, los cuales solo 2 murieron durante la investigación, esto indica el 1,39 % de M total durante la duración del experimento teniendo una similitud con el estudio que realizó Veloz [15], quien al terminar la investigación a los 49 d no reportó M en ninguno de sus T, además, mencionó la utilización de HSI que por su composición química tiende a mejorar las defensas de los animales, ya que es rica en niveles de antioxidantes y vitaminas, al igual que Vera [16] indica una M cero al terminar los 49 d con la utilización de aceite de SI (ASI) hasta el 6 % en la alimentación de PdE,

TABLA V
Análisis de normalidad

Variable	n	Media	DE	CV	Mín.	Máx.	Mediana	Asimetría	Kurtosis
Peso	24	2209,87	157,25	7,12	1985	2490	2171,5	0,43	-1,11
Consumo de alimento	24	4426,17	298,66	6,75	4097,87	4929,68	4363,83	0,78	-0,95
Ganancia de peso	24	402,78	153,45	38,1	191,8	678	359,6	0,47	-1,11
Conversión	24	4,06	1,39	34,14	2,31	6,96	4,01	0,71	-0,42

n: tamaño de la muestra; DE: Desviación Estándar; CV: Coeficiente de Variación

no influye negativamente, mientras tanto el estudio realizado por Holguín [7] menciona que obtuvo una M del 2,5 % que corresponde a 6 PdE fallecidos al terminar la investigación con TSI en un universo de 240 pollos. En general, la M es mínima utilizando TSI como suplemento alimenticio en la ración de PdE.

Para el consumo de alimento se tomaron los datos totales del ensayo, el ANOVA determinó en el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), que existen diferencias estadísticas significativas entre T con una significancia menor que y un coeficiente de variación (CV) de 0,58 %, por tanto se acepta el Hi, con el 99 % de confianza, los T son diferentes lo cual indica que hay una alta confiabilidad de los datos (TABLA VI).

TABLA VI
Consumo de alimento por tratamiento en cada etapa, con la inclusión TSI del 15%, 25% y 35% en los T2, T3, T4

T	Etapa inicial. semana 1 y 2 (g/ave)	Etapa desarrollo semana 3 y 4 (g/ave)	Etapa final semana 5 y 6 (g/ave)	Consumo total (g/ave)
T1	470,80	1.166,25	2.485,66	4.122,71
T2	530,84	1.376,59	2.990,41	4.897,84
T3	482,41	1.179,98	2.751,25	4.413,64
T4	489,73	1.116,58	2.664,20	4.270,51

T: tratamientos

Al realizar la prueba Tukey (TABLA VII), se pudo observar que el consumo de alimento en lo que concierne al T1 (testigo) en los 42 d que duró la investigación, cada ave consumió 4.122,71 g de alimento, el T2 (con el 15 % de TSI) mostró un mayor rendimiento en la variable consumo de alimento con una media de 4.897,84 g por ave, el T3 (con un 25 % de TSI) presentó un consumo de 4.413,64 g por aves, mientras que el T4 (con el 35 % de TSI) obtuvo un consumo durante los 42 d que duró la investigación con un promedio de 4.270,51 g por ave, comparado con Alcívar y col [1], al realizar un experimento con diferentes niveles de TSI obtuvo un promedio de alimento consumido entre T como muestra el T1 (testigo), T2 (10 % de TSI), T3 (20 % de TSI) y T4 (30 % de TSI), como resultado a los 42 d obtuvo los siguientes promedios, T1 (2.429 g), T2 (4.486 g), T3 (4.341 g) y T4 (4.271 g), con una media de 3.881 g.

Con respecto al consumo de alimento, Veloz [15] realizó un estudio en PdE con diferentes niveles de HSI, en los cuales obtuvo resultados similares a los 49 d T1 (testigo), alcanzó un promedio de 4.310,60 g, T2

TABLA VII
Prueba de Tukey 5%. Consumo de alimento a 42 días

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Rangos
T1 0%	4.122,71	6	10,49	A
T2 15% TSI	4.897,84	6	10,49	B
T3 25% TSI	4.413,64	6	10,49	C
T4 35% TSI	4.270,51	6	10,49	D

E.E.: Error Estándar; N: Tamaño de la muestra

(5 % HSI) 4.277,60 g, T3 (10 % HSI) 4.250,20 g y T4 (15 % HSI) 4.225,20 g, con una media general de 4.265,9 g de alimento por ave, además en una investigación realizada por Muñoz [10] de TSI con cloruro de sodio al 3 % obtuvo resultados significativos a los 42 d con un promedio de consumo de alimento de 4.550 g en T3 (8 % de TSI) siendo el más alto mientras que el T2 (5 % de TSI) fue el más bajo con un promedio en consumo de alimento de 4.314 g.

Para la variable peso se tomaron los datos finales de la investigación, el ANOVA determinó en DBCA, para los tratamientos una significancia de 3,44 y un P-valor menor que 0,0001 por lo que se demuestra que existen diferencias significativas entre T, con un CV de 3,04 %, lo cual indica que hay una alta confiabilidad de los datos (TABLA VIII).

TABLA VIII
Prueba de Tukey 5%. Peso a los 42 días

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Rangos
T1 0%	2.060,33	6	27,41	A
T2 15% TSI	2.438,00	6	27,41	A
T3 25% TSI	2.205,13	6	27,41	B
T4 35% TSI	2.136,00	6	27,41	B C

E.E.: Error Estándar; N: Tamaño de la muestra

Al realizar la prueba de Tukey se pudo observar que el T2 (con el 15 % de inclusión del TSI), obtuvo un mayor peso en general de 2.438, en comparación al T1 (testigo) que obtuvo un promedio de 2.060,33, por lo que se demuestra que hubo diferencias significativas en el peso, entre los diferentes T.

En la FIG. 1 se puede observar el rendimiento de las aves, por T en libras. Como se puede observar que el T2 (15 % de TSI) es el que obtuvo un mayor rendimiento con un peso de 193,50 libras, se puede indicar que entre los factores que influyeron para obtener un mayor resultado fue una mejor palatabilidad y conversión alimenticia colocando un 15 % de TSI para este T. Entre otros factores el T1 y el T4 fueron los que menos consumieron alimento y el T3 fue el que más se acercó al T2 con un peso de 175 libras.

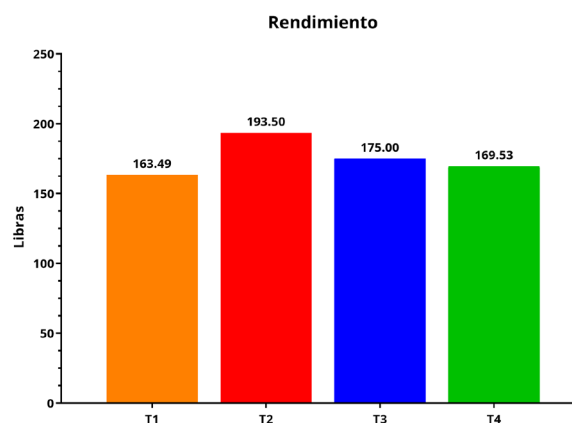


FIGURA 1. Rendimiento en libras

En el ANOVA realizado con el DBCA de la variable conversión el 42, se determinó para los tratamientos un *P* valor menor que 0,0001; por lo que se demuestra que existen diferencias significativas a nivel de *T*, con un CV de 0,27 %, que está dentro de los rangos permitidos en la investigación (TABLA IX).

TABLA IX
Prueba de Tukey 5%. Conversión a los 42 días

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Rangos
T1 0 %	2,21	6	0,22	A
T2 15 % TSI	1,81	6	0,22	B
T3 25 % TSI	1,94	6	0,22	C
T4 35 % TSI	2,00	6	0,22	D

E.E.: Error Estándar; N: Tamaño de la muestra

La prueba de significación Tukey al 5 % determinó una mejor conversión a los 42 d a nivel del T2 (15 % de TSI), seguido del T3 (35 % de TSI), quedando al final el testigo con una conversión del 2,21.

Al realizar el análisis de varianza se pudo apreciar que la tasa de conversión a 42 d fue superior en el T2 con (15 % del TSI), se determinó que existen diferencias significativas entre *T*, siendo el T2 (15 % de TSI) el que obtuvo un mejor IC con 1,81 mientras que el T1 obtuvo 2,21 (testigo), el T3 (25 % del TSI) 1,94 y el T4 (35 % del TSI) por lo que se puede notar que existen diferencias altamente significativas a nivel de *T*, el coeficiente de variación que presenta es de 0,27 % el mismo que está dentro de los rangos permitidos en la investigación.

En este caso Vera [16], indica que la utilización al 0, 2, 4 y 6 % de aceite de Sacha inchi en la alimentación de PdE, permitió registrar una conversión alimenticia a los 49 días de 2,17; 2,18; 2,17 y 2,18, respectivamente, valores entre los cuales no registro diferencias significativas, por lo que se debe manifestar que al aplicar este producto no influye en la conversión alimenticia a los 49 d, mientras que Veloz [15] reporto, que la evolución progresiva de la edad de las aves puede deducirse que la conversión alimenticia a los 49 d es mejor cuando utilizamos en la elaboración de balanceados el 10 % de HSI con 1,25 seguido muy de cerca el 15 % de inclusión de HSI con 1,30, quedando el tratamiento testigo con la menor conversión alimenticia de 1,35, por lo que concluye que el empleo de la HSI permite una mejor asimilación de nutrientes. El estudio realizado por Alcívar y col. [3] recalca que con la utilización de la TSI al 0; 10; 20 y 30 % en la alimentación, se obtuvo para el PdE una tasa de conversión a los 42 d de 1,71; 1,69; 1,73 y 1,74, respectivamente, resultando el T2(10 %) con mejor CA, mientras que Andino [4] plantea que la utilización de 0; 2; 4 y 6 % de Sacha inchi en la alimentación de PdE, permitió registrar una conversión alimenticia de los 29 a 49 d de 2,17; 2,18; 2,17 y 2,18, respectivamente.

Para la variable GDP se tomaron los datos finales de la investigación, el ANOVA realizado con el DBCA se determinó para los tratamientos un *P* valor menor que 0,0001 y un CV DE 16,37; demostrando que existen diferencias significativas entre *T*, por lo que se acepta la *H*₁, con el 99 % de confianza, concluyendo que los *T* son diferentes entre sí (TABLA X).

TABLA X
Prueba de Tukey 5%.
Ganancia de peso (g) entre tratamientos a los 42 días

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Rangos
T1 0 %	262,13	6	26,92	A
T2 15 % TSI	627,00	6	26,92	B
T3 25 % TSI	394,50	6	26,92	C
T4 35 % TSI	327,50	6	26,92	D

E.E.: Error Estándar; N: Tamaño de la muestra

La prueba de significación Tukey al 5 % determina la mejor GDP a 42 d a nivel del T2 (15 % de TSI), seguido del T3 (25 % de TSI) y el T4 (35 % de TSI), quedando al final el testigo.

Al realizar análisis del peso por semana y por tratamiento se pudo observar que el T2 con (15 % del TSI) obtuvo diferencias con el T4 (35 % del TSI) y con el T1 (testigo) no así con el T3 (25 % del TSI), pero a los 42 d de haber culminado la investigación el que obtuvo un peso mayor fue el T2 con 2.438 g (15 % de inclusión del TSI), seguido del T3 con 2.205,13 g, seguido del T4 con 2.136 g y el testigo con 2.060, 33 g, por lo que el peso fue superior en el T2 con 627 g (15 % de TSI), quedando al final el testigo, existiendo diferencias altamente significativas entre *T*, por lo que se acepta la *H*₁, con el 99 % de confianza, los *T* son diferentes entre sí. El CV es de 16,37, lo que nos indica que la preparación de balanceado con 15 % de TSI genera una mayor GdP, resultados comparados con Veloz [15] que obtuvo un promedio de 2.651,56 g por aves utilizando HSI hasta un 10 %.

Holguín [7] demostró al realizar el análisis entre comportamiento de peso por semanas y por *T* que el T2 (10 %) de inclusión de TSI a los 42 d se diferencia del resto de los *T*, mostrando un mayor peso y no presenta diferencia con el testigo, lo que nos indica que el Sacha inchi al T2 (10 %) de inclusión de TSI resulta efectivo para la preparación de balanceados para pollos y comparando también con la investigación de Muirragui [11], que obtuvo pesos de 2.597,23 g, utilizando hasta el 15 % de HSI tostada, todo lo analizado anteriormente indica que al emplear esta materia prima puede sustituir parcialmente a la harina de soya en la alimentación de aves.

En la investigación realizada por Muñoz [10] menciona, la GdP a los 42 d con la utilización del 8 % de TSI (T3) obtuvo 2.591 g colocándolo en el punto más alto en dicha investigación, no obstante el T2 con un 5 % de TSI fue el más bajo con un rendimiento en GdP de 2.389 g; así mismo, D' Azebedo [5] menciona un peso vivo a los 45 d del T0 (testigo) sin TSI de 2.144 g, donde la GdP a los 45 d fue de 2.105 g siendo el valor más alto, mientras que el T3 (40 % de TSI) fue el que obtuvo un menor rendimiento con un promedio en GdP de 361 g y un peso vivo a los 45 d de 399 g y Alcívar y col [2] demostrando que no existió diferencias significativas en relación al peso del TGI en los pollos que consumieron PSI en relación a los tres tipos de T2 (con 15 % de PSI), T3 (con 25 % de PSI) y T4 (con 35 % de PSI), y el testigo que fue nutrido con alimento balanceado artesanal.

Otras investigaciones como Reátegui [13], observó que los pollos alimentados con raciones incluidas de 0 y 7 % de TSI, consumieron más alimento en relación a los pollos alimentados con 14 % de TSI. Así mismo, encontró que hubo mayor GdP a mayor inclusión de torta de Sacha inchi y Lucas y col [9], que probaron, la inclusión de aceite de Sacha inchi en la dieta de reproductoras pesadas sobre

los parámetros productivos de su progenie, lo que mostró un efecto positivo, pero no significativo, en el comportamiento productivo de la progenie, e incrementó el nivel de inmunidad pasiva contra el virus de la enfermedad de Newcastle ($P < 0.05$).

CONCLUSIONES

Se obtuvo que la inclusión de TSI (T2 15 %, T3 25 % y T4 35 %) en la alimentación de PdE sustituyendo parcialmente la soya, es rentable, valorando el índice M, que se obtuvo con un porcentaje de 1,39 %. Mientras que, en el indicador consumo de alimento el T2 (15 % de TSI) muestra un rendimiento de 4.897,84 g, muy por encima del T1 (testigo), con un consumo de 4.122,71 g, llegando a ser el más bajo durante el período de investigación.

Para la GdP la prueba de significación Tukey al 5 % determina la mejor GdP a 42 d a nivel del T2 (15 % de TSI), seguido del T3 (25 % de TSI) y el T4 (35 % de TSI), quedando al final el testigo y en la misma medida, al haber realizado el ANOVA se pudo apreciar que la tasa de conversión a 42 d fue superior en el T2 con (15 % del TSI), se determinó que existen diferencias significativas entre T, siendo el T2 (15 % de TSI) el que obtuvo un mejor IC con 1,81 mientras que el T1 obtuvo 2,21 (testigo), el T3 (25 % del TSI) 1,94 y el T4 (35 % del TSI) por lo que se demuestra que existen diferencias altamente significativas, a nivel de T, el coeficiente de variación que presenta es de 0,27 % el mismo que está dentro de los rangos permitidos en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALCÍVAR, J.; MARTÍNEZ, M.; LEZCANO, P.; SCULL, I.; VALVERDE, A. Technical note on physical-chemical composition of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cake. **Cuban J. Agricult. Sci.** 54(1): 19-23. 2020.
- [2] ALCÍVAR, J.L.; VERA, R.; ZAMBRANO, E.I.; DEL VALLE, W.J.; CABRERA, C.; MARTÍNEZ, M. Comportamiento fisiológico del tracto gastrointestinal en pollos de engorde alimentados con pasta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XXXII: 5-8. 2022. <https://doi.org/jvjx>.
- [3] ALCÍVAR, J.; MARTÍNEZ, M.; LEZCANO, M.; HOLGUÍN, G.; GONZÁLES, A.; VALVERDE, J.Y.; GABRIEL, J.G.; Torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) sustituto parcial de soya para alimentar pollos broiler. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XXX(3):134-141. 2020.
- [4] ANDINO, P. Evaluación de tres niveles de aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de pollos de engorde. **Rev. Carib. Cien. Soc.** 1: 1-24. 2018.
- [5] D' AZEBEDO, A. Evaluación de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) y su uso en tres niveles en la ración alimenticia en pollos parrilleros. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Zungarococha. Perú. Tesis de grado. 101 pp. 2009.
- [6] FIGUEROA, M. Digestibilidad Ileal aparente de la proteína en el consumo de torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa. Ecuador. Tesis de Grado. 87 pp. 2020.
- [7] HOLGUÍN, G. Comportamiento productivo de pollos de engorde que consumen torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) como sustituto parcial de la soya (*Glycine max*). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador. Tesis de Grado. 108 pp. 2019.
- [8] INFOSTAT. Software estadístico libre. 2020. En línea: <https://bit.ly/3HTI7Af>. 13/11/2021.
- [9] LUCAS, J.; ICOCHEA, E.; VALDIVIA, R.; CARCELÉN, F.; GUZMÁN, J. Efecto del aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de reproductoras de pollos de engorde sobre el desempeño productivo de su progenie. **Rev. Investig. Vet. Perú.** 22(4): 1-24. 2011.
- [10] MUÑOZ, L. Torta de Sacha inchi tratada con Cloruro de Sodio al 3 % a diferentes tiempos de cocción y tiempos de remojo, en la alimentación de pollos de carne. Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María. Perú. Tesis de Grado. 96 pp. 2012.
- [11] MUIRRAGUI, C.M. Estudio de factibilidad del uso de Pasta de Sacha inchi. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. Tesis de Grado. 66 pp. 2013.
- [12] NAVARRO, J.; VARGAS, J.; Eficiencia relativa del diseño de bloques completos al azar para ensayos de arroz en Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. Inter Sedes: **Rev. Sedes Región.** XVI(34): 1-9. 2015.
- [13] REÁTEGUI, R.; PAREDES, D.; ROBLES, R. Determinación del efecto del consumo de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne. **Folia Amazónica.** 24(2): 131-138. 2015.
- [14] SANCHEZ, E. Avicultura Ecuatoriana. Veterinaria digital. **Rev. Vet. Digit.** 2015. En línea: <https://bit.ly/3wXQByJ>. 02/11/2021.
- [15] VELOZ, G. Efecto de diferentes niveles de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el Engorde de Pollos Broilers. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis de Grado. 91 pp. 2014.
- [16] VERA, H.I. Efecto de tres niveles de aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de pollos de engorde en la línea Cobb. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. Tesis de Grado. 83 pp. 2015.