

# TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) SUSTITUTO PARCIAL DE SOYA PARA ALIMENTAR POLLOS BROILER

## SACHA INCHI CAKE (*Plukenetia volubilis*) PARTIAL SUBSTITUTE FOR SOYA TO FEED BROILER CHICKENS

José Alcívar-Cobeña<sup>1</sup>, Madeleidy Martínez-Pérez<sup>2</sup>, Pedro Lezcano-Perdigón<sup>3</sup>, George Holguín-Pincay<sup>4</sup>, Alfredo González-Vásquez<sup>5</sup>, Yhony Valverde-Lucio<sup>6</sup> y Julio Gabriel-Ortega<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. ID: 0000-0002-6648-3864

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. ID: 0000-0003-15852858

<sup>3</sup>Instituto de Ciencia Animal, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>4</sup>Ingeniero Agropecuario independiente, Jipijapa, Manabí, Ecuador.

<sup>5</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.

<sup>6</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. ID: 0000-0002-9792-9400

<sup>7</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. ID: 0000-0001-9776-9235.

jluisalcivar@gmail.com – jose.alcivar@unesum.edu.ec

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue estudiar el comportamiento productivo de pollos de engorde que consumen torta de Sachá inchi (TSI) (*Plukenetia volubilis*) como sustituto parcial de la soya (*Glycine max*). Se utilizaron 240 pollos de engorde bebe, de unas horas de nacido, todos machos, de la línea Cobb 500 que fueron alojados según diseño experimental completamente aleatorizado en cuatro tratamientos: testigo (sin TSI y tres niveles (10-20-30%) de inclusión de la misma. Se emplearon 24 unidades experimentales y en cada una se alojaron 10 animales. Se elaboró alimento para las diferentes etapas de desarrollo (Inicial, crecimiento, acabado). El 10% de inclusión de TSI, fue el tratamiento que mostró una mayor ganancia de peso (GP) ( $P < 0,05$ ) con un promedio de 2.666 gramos, mientras que el tratamiento con el 30% de inclusión de TSI, logró el mayor índice de conversión (IC) ( $P < 0,05$ ) con promedio de 1,74. Se evidenció que la TSI puede ser alimento sustituto parcial de la soya para engorde de pollos broilers Cobb 500. Quedó demostrado además, a través del análisis financiero, que todos los tratamientos fueron rentables, sobresaliendo el tratamiento 10% de inclusión de TSI ( $P < 0,05$ ), como el más adecuado.

**Palabras clave:** Alimento; aves; nutrición; torta; zootecnia

### ABSTRACT

The objective of this research was to study the productive behavior of broilers that consume Sachá inchi cake (SIC) (*Plukenetia volubilis*) as a partial substitute for soy (*Glycine max*). Two hundred forty broilers were used, all males of the Cobb 500 line that were housed according to a completely randomized experimental design in four treatments: control (without SIC) and three levels (10-20-30%) of inclusion of the same. Twenty-four experimental units were used and 10 animals were housed in each. Food was prepared for the different stages of development (Initial, growth or fattening, final or finishing). The 10% inclusion of SIC, was the treatment that showed the greatest weight gain (WG) with an average of 2,666 grams, while the treatment with the 30% inclusion of SIC, achieved the highest conversion rate (CRI) with an average of 1,74. It was evidenced that the SIC can be a partial substitute food for broiler broiler cobb 500 soybeans. It was also demonstrated, through the financial analysis that all the treatments were profitable, highlighting the 10% cake inclusion treatment SIC, as the most suitable.

**Key words:** Food; birds; nutrition; cake; zootechnics

## INTRODUCCIÓN

La avicultura se incrementó en las últimas décadas, debido a que el consumo de carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*) y de huevo se convirtió en una alternativa para la seguridad alimentaria [15]. A nivel mundial, la carne de ave es la segunda en importancia en volumen de producción, luego de la carne de cerdo (*Sus scrofa domesticus*), es así que en las últimas décadas la tendencia mundial en la demanda de carne blanca aumentó [22]. El pollo de engorde corresponde a las aves criadas para ser engordadas y servir de alimento para el consumo humano. El pollo de engorde moderno se caracteriza por la ganancia de peso (GDP) rápido y uso eficiente de nutrientes [15]. Estos pollos se deben alimentar con vitaminas y proteínas para que al final tengan el peso adecuado para su sacrificio, además de cumplir los parámetros de bioseguridad, esquemas de vacunación, control de desechos y demás medidas de manejo que ayudan al bienestar del animal y por mayor GDP [17]. La producción de pollo de engorde se ha desarrollado y difundido a gran nivel en todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad, aceptación en el mercado y disponibilidad de pollitos de excelente comportamiento productivo y conversión alimenticia [3].

En el Ecuador existe variedad y géneros de frutas y vegetales que contienen gran valor nutricional, al ser un país con gran impulso agrícola; sin embargo, su población desconoce el valor nutricional de sus productos agrícolas, sus potenciales nutricionales y sobre todo como utilizarlos en la alimentación y en especial para las aves de engorde, sin que los mismos pierdan sus nutrientes [24].

El desarrollo de alimentos balanceados con un alto contenido nutricional y de buena calidad, constituye uno de los fundamentos importantes para el desarrollo sostenible de la producción avícola [20]. Lamentablemente la disponibilidad y rendimientos en el cultivo de soya (*Glycine max*), uno de los macro ingredientes en estas raciones, están debajo de la demanda nacional, por lo cual se recurre a la importación de esta materia prima. Esto afecta a los productores avícolas ya que encarece los precios de los insumos, dejándoles sin alternativa alguna al momento de adquirir este insumo y esto hace que compren el balanceado ya elaborado [29]. Debido a esta situación, se encarecen y provocan que los avicultores vean la explotación de aves de corral como una labor no rentable.

La dificultad de la valoración y reconocimiento del activo biológico que presentan las granjas avícolas en Ecuador, radica en poder medir a cada una de las etapas de crianza y engorde para determinar un costo de producción razonable que garantice una mayor rentabilidad en la actividad [10]. Considerando que los productores avícolas buscan la mayor eficiencia posible al menor tiempo [6]. Debido al crecimiento acelerado que tienen las líneas modernas de pollos de carne, causado por el mejoramiento genético, los pollos actuales alcanzan su peso comercial a una edad cada vez más temprana. Esto derivó en que los requerimientos nutricionales se ajusten más a las exigencias

que esto demanda. Los requerimientos nutricionales de las aves varían en función al promedio de crecimiento determinado por la edad, factores ambientales y al genotipo [8].

Esto obligó a los investigadores a buscar alternativas de alimentación que cumplan con las composiciones nutricionales que los pollos necesitan para su desarrollo. La presencia en expansión en el país del cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) por su interés de la industria en obtener el aceite de esta oleaginosa, presenta alrededor de 48-50% de aceite y 27-28% de proteínas altamente digeribles y ricas en aminoácidos esenciales, excepto leucina y lisina [14]. Los ácidos grasos omega se encuentran dentro de los denominados como esenciales por la razón de que el propio cuerpo humano no lo produce [25]. El aceite obtenido de su semilla está compuesto, en su mayor parte ácidos grasos insaturados (93%) de gran importancia para la nutrición por su alto contenido de ácidos grasos esenciales [19].

La torta es el subproducto resultante del proceso de trituración de las semillas, la misma que se la obtiene con la ayuda de una prensa cilindro extractor de marca Oil Press, semiautomático, modelo AW003, fabricada en Shanghai, China, el aceite comestible y representa una importante fuente de proteínas, especialmente por las características nutricionales y funcionales que puede aportar a los alimentos. El sistema de fabricación que se emplea para facilitar la separación del aceite en las semillas, requiere el uso del vapor indirecto (alta temperatura) y la fricción de la prensa continua durante el proceso [13]. Es importante manifestar que esta torta, presenta una composición química y física aceptable dada por su elevado contenido de proteína y bajo de fibras así como características físicas apropiadas para que pueda ser utilizada en la alimentación animal [1]. La torta la definen como un subproducto resultante de la compresión de las semillas para obtener aceite comestible, lo que es una valiosa fuente de proteínas, por las características nutricionales y funcionales [27].

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento productivo de pollos de engorde que consumen TSI como sustituto parcial de la soya.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** La investigación fue realizada en los meses de junio a agosto del 2018 en la Granja Experimental ANDIL-UNESUM ubicada en el Cantón Jipijapa al sur de la provincia de Manabí, Ecuador. Con coordenadas Norte 1° 15' 54" LS y 80° 41' 24" LO, temperatura media anual de 24 a 26 °C, precipitación promedio anual de 250 – 500 milímetros (mm) año (a) y humedad relativa de 60 a 70%. Altura de 0 a 300 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), pH del suelo de 6 a 7, topografía irregular y textura limoso – arcilloso.

**Tratamientos.** Se utilizaron 240 pollos de engorde todos machos de la línea Cobb 500 los pollitos bb tuvieron un peso inicial de 42 gramos (g) [7], los mismos se criaron en piso

utilizando una cama de tamo - cáscara de arroz (*Oryza sativa*). Su recibimiento estuvo acorde a los procesos técnicos que se debe realizar en la crianza de esta ave, brindándoles alimento y agua a voluntad al animal. A partir del día (d) siete se distribuyeron en 24 compartimientos o unidades experimentales (UP), donde se alojaron 10 animales UP con una dimensión de 2 x 1 metro (m), ubicando un comedero y un bebedero (Petking) de fabricación China.

Los tratamientos fueron: Control, 10; 20 y 30% de TSI, para sustituir parcialmente la cantidad de soya en la ración se formuló de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las aves descritos por la National Research Council (NRC). Los tratamientos fueron aplicados en tres etapas: Al inicio, al crecimiento engorde y al final o acabado (TABLAS I, II y III). TSI se adquirió de la planta industrial de la empresa Omega, ubicada en el cantón San Vicente en la provincia de Manabí. El valor nutritivo de la TSI utilizado en el experimento, es el que se describe a continuación en la TABLA I, reportado por Alcivar y col. [1].

**TABLA I**  
**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA TSI**

INDICADORES (% MS)	MEDIA	DE ±	MÍNIMO	MÁXIMO
MS	89,24	0,40	88,63	89,68
EE	9,05	1,06	7,94	10,68
CENIZA	4,89	0,21	4,56	5,08
PB	41,49	0,35	40,90	41,80
ELN	6,46	1,46	4,97	8,47
FB	7,63	1,77	5,83	10,27
FDN	16,64	1,54	15,32	18,41
FDA	12,70	1,96	9,95	15,03
LIGNINA	1,25	0,20	1,03	1,50
HEMICELULOSA	11,45	1,85	8,70	13,53
Solubilidad (%)	7,96	0,94	6,99	9,18
Volumen (mL/g)	3,92	0,20	3,72	4,22
Capacidad de adsorción de agua (g/g)	2,16	0,49	1,30	2,50

**TABLA II**  
**DIETAS EXPERIMENTALES CORRESPONDIENTES AL PERIODO INICIO (0 DÍAS A 10 DÍAS DE EDAD)**

Ingredientes %	Control	10% TSI	20% TSI	30% TSI
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05
Anti-hongos	0,05	0,05	0,05	0,05
Antimicotoxinas	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02
Biofos	0,50	0,50	0,50	0,50
Aceite Palma	0,10	0,10	0,10	0,10
Harina de pescado	3,50	3,50	3,50	3,50
Carbonato Ca	1,08	1,08	1,08	1,08
Torta de soja	33,0	29,70	27,4	24,10
Lisina sintética	0,10	0,10	0,10	0,10
Maíz molido	61,00	61,00	60,00	60,00
DL METEONINA 99%	0,15	0,15	0,15	0,15
Pre- mezcla, mineral vitamina	0,10	0,10	0,10	0,10
Polvillo de arroz	0,30	0,30	0,30	0,30
Sachá inchi	0,00	3,30	6,60	9,90
Total	100%	100%	100%	100%
Composición <sup>2</sup> (%)				
PB	22,18	22,05	22,30	22,17
EM (Kcal/Kg)	3101	3132	3154	3180
MS	88,20	88,13	88,19	88,23
P	0,40	0,41	0,39	0,43
Ca	0,71	0,76	0,78	0,75

1 Porporción 1:1 de: Suplemento vitamínico: vitam. A, 10 000UI; vitam. D3, 2 000 UI; vitam. E, 10 mg; vitam. K, 2 mg; tiamina, 1 mg; riboflavina, 5 mg; piridoxina, 2 mg; vitam. B12, 15.4 µg; ácido nicotínico, 125 mg; pantotenato de calcio, 10 mg; ácido fólico, 0,25 mg; biotina, 0,02 mg.

Suplemento mineral: selenio, 0,1 mg; hierro, 40 mg; cobre, 12 mg; zinc, 120 mg; magnesio, 100 mg; iodo, 2,5 mg; cobalto 0,75 mg. 2 Datos expresados en base seca.

TABLA II

## DIETAS EXPERIMENTALES CORRESPONDIENTES AL PERIODO CRECIMIENTO ENGORDE (11 A 22 DÍAS DE EDAD)

Ingredientes %	Control	10% TSI	20% TSI	30% TSI
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05
Anti-hongos	0,05	0,05	0,05	0,05
Antimicotoxinas	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT	0,20	0,20	0,20	0,20
Biofos	2,00	2,00	2,00	2,00
Aceite Palma	0,10	0,10	0,10	0,10
Harina de pescado	3,50	3,50	3,50	3,50
Carbonato Ca	1,00	1,00	1,00	1,00
Torta de soja	26,80	24,9	23,98	22,0
Lisina sintética	0,30	0,30	0,30	0,30
Maíz molido	64,46	63,72	62,00	61,34
DL METEONINA 99%	0,24	0,24	0,24	0,24
Pre- mezcla, mineral vitamina	0,25	0,25	0,25	0,25
Polvillo de arroz	1,00	1,00	1,00	1,00
Sacha inchi	0	2,64	5,28	7,92
Total	100%	100%	100%	100%
Composición <sup>2</sup> (%)				
PB	20,04	20,21	20,75	20,89
EM (Kcal/Kg)	3104	2122	3129	3148
MS	87,67	85,22	87,75	87,82
P	0,40	0,44	0,42	0,42
Ca	0,65	0,88	0,87	0,87

1 Porporción 1:1 de: Suplemento vitamínico: vitam. A, 10 000UI; vitam. D3, 2 000 UI; vitam. E, 10 mg; vitam. K, 2 mg; tiamina, 1 mg; riboflavina, 5 mg; piridoxina, 2 mg; vitam. B12, 15,4 µg; ácido nicotínico, 125 mg; pantotenato de calcio, 10 mg; ácido fólico, 0,25 mg; biotina, 0,02 mg.

Suplemento mineral: selenio, 0,1 mg; hierro, 40 mg; cobre, 12 mg; zinc, 120 mg; magnesio, 100 mg; iodo, 2,5 mg; cobalto 0,75 mg. 2 Datos expresados en base seca.

TABLA III

## DIETAS EXPERIMENTALES CORRESPONDIENTES AL PERIODO FINAL O ACABADO (23 A 42 DÍAS DE EDAD)

Ingredientes %	Control	10%TSI	20% TSI	30% TSI
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05
Anti-hongos	0,05	0,05	0,05	0,05
Antimicotoxinas	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02
Biofos	2,20	2,20	2,20	2,20
Aceite Palma	0,10	0,10	0,10	0,10
Harina de pescado	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbonato Ca	1,10	1,10	1,10	1,10
Torta de soja	26,00	23,40	21,00	18,60
Lisina sintética	0,97	0,97	0,97	0,97
Maíz molido	62,00	62,00	61,80	61,60
DL METEONINA 99%	0,20	0,20	0,20	0,20
Pre- mezcla	0,26	0,26	0,26	0,26
Polvillo de arroz	7,00	7,00	7,00	7,00
Sacha inchi	0,00	2,60	5,20	7,80
Total	100%	100%	100%	100%
Composición <sup>2</sup> (%)				
PB	18,98	18,88	18,86	18,83
EM (Kcal/Kg)	3107	3133	3156	3179
MS	84,65	86,28	84,82	85,16
P	0,36	0,41	0,41	0,41
Ca	0,76	0,72	0,79	0,79

1 Proporción 1:1 de: Suplemento vitamínico: vitam. A, 10 000UI; vitam. D3, 2 000 UI; vitam. E, 10 mg; vitam. K, 2 mg; tiamina, 1 mg; riboflavina, 5 mg; piridoxina, 2 mg; vitam. B12, 15,4 µg; ácido nicotínico, 125 mg; pantotenato de calcio, 10 mg; ácido fólico, 0,25 mg; biotina, 0,02 mg. Suplemento mineral: selenio, 0,1 mg; hierro, 40 mg; cobre, 12 mg; zinc, 120 mg; magnesio, 100 mg; iodo, 2,5 mg; cobalto 0,75 mg. 2. Datos expresados en base seca.

**Manejo de la investigación.**

Los siete primeros d, los animales se adaptaron al medio ambiente del galpón, posteriormente se ubicaron en los compartimientos ya mencionados, se aplicó la distribución aleatoria según el diseño experimental, se ubicó alimento según los niveles de inclusión de TSI y agua a los animales. Se consideró en todo momento el consumo de alimento expuesto en la tabla

de rendimiento y nutrición del híbrido Cobb 500, el cual indica el promedio de alimento que según el pollo debe de comer. Con la ayuda de balanza digital, Cas PRPLUS – 30, (fabricación China), se pesó el alimento, se controló el rechazo por tratamiento, se llevó el control diario y semanal. Se pesaron los animales con la finalidad de obtener los parámetros, GDP y CoA además, mediante tablas de registros se controló la mortalidad entre tratamientos.

#### **Variables de respuesta**

**Conversión alimenticia (CoA) (gramos - g).** Se obtuvo pesando semanalmente todos y cada uno de los pollos y la alimentación diaria.

**Consumo de alimento diario (CAD) (g).** Esta variable se calculó dividiendo el consumo entre el número promedio de aves evaluadas en la semana.

**Ganancia de peso acumulado (GPA) (g).** Se determinó haciendo la diferencia entre la semana anterior menos la posterior hasta la sexta semana.

**Mortalidad (M) (%).** Esta variable se obtuvo contando la cantidad de aves muertas durante la investigación.

#### **Análisis económico**

Para determinar el beneficio/costo de los tratamientos se realizó un análisis de presupuestos parciales [6].

#### **Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos que consistieron en las dietas experimentales. Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico computarizado INFOSTAT [12]. Para la comparación media de medios se utilizó la prueba múltiple de Duncan al  $P < 0,05$  de probabilidad. [16].

## **RESULTADOS Y DISUSION**

### **Consumo de alimento (CA)**

La TABLA IV hace referencia al CA de los pollos hasta el d 42 de crianza. Se observó que en todos los tratamientos, los animales consumieron las dietas experimentales según las normas técnicas recomendadas por Cobb 500 [9] y se observó una ligera tendencia al aumento en los tratamientos que incluyeron la TSI.

TABLA IV  
**CONSUMO DE ALIMENTO AL DÍA 42 DE POLLOS  
QUE CONSUMEN DIFERENTES NIVELES  
DE TORTA DE SACHA INCHI**

Tratamientos	Consumo alimento (g/ave)	Cantidad (aves/tratamiento)	Consumo alimento (kg/tratamiento)
Testigo	4.139	60	248,3
10%T.S.I	4.486	58	269,2
20%T.S.I	4.341	58	260,5
30%T.S.I	4.271	58	256,3

En la TABLA V se muestran los resultados productivos de las diferentes variables estudiadas. Se observó mayor peso vivo y ganancia ( $P < 0,05$ ) en el periodo de 0 a 42 d para el tratamiento que incluyó el 10% de TSI con respecto al control y el resto de los tratamientos que no difirieron entre sí ( $P < 0,05$ ). No se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ) para la CA en la etapa.

Veloz [30] utilizó harina de Sacha inchi en la crianza de pollos broiler, reportando un CA al d 49 de crianza de 2.892,88 g. Por otra parte, Muirragui [21] obtuvo un CA promedio de 3.148 g. Estos CA fueron inferiores a los encontrados en el presente estudio, para todos los tratamientos. Las causas de las diferencias pueden ser diversas. Ambos autores emplearon el ingrediente en forma de harina la cual difiere en composición química con respecto a la torta. Por otra parte, el sistema de manejo que se empleó fue diferente, utilizando jaulas, a diferencia del presente en el que se utilizó en piso con cama de tamo de arroz. Las variaciones ambientales también pudieron haber influido como factores extrínsecos, correspondientes al manejo.

### **Ganancia de peso (GP)**

Tomando como referencia los resultados, obtenido en la investigación y la discusión de los mismos con otros autores, se puede destacar que, con el CA se logró ganar mayor GP, dejando reflejado que no existen inconvenientes al momento del consumo voluntario de los pollos, destacando que en algunas investigaciones se ha utilizado la torta, harina, aceite de Sacha inchi, en distintos niveles de inclusión en la dieta.

**TABLA V**  
**RESULTADOS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE**  
**CEBA QUE CONSUMEN DIFERENTES NIVELES**  
**DE TORTA DE SACHA INCHI**

Tratamientos	Control	10% TSI	20% TSI	30% TSI	EE± Significación
Peso inicio (g)	41,70	41,70	41,63	41,83	0,16
Peso 42 días (g)	2475 <sup>b</sup>	2708 <sup>a</sup>	2552 <sup>b</sup>	2513 <sup>b</sup>	37,39 **
Conversión 0-42d	1,71	1,69	1,73	1,74	0,03
Ganancia 0-42d (g)	2433 <sup>b</sup>	2667 <sup>a</sup>	2511 <sup>b</sup>	2472 <sup>b</sup>	37,36 **

Medias con letras distintas son significativas para  $P < 0,05$  (Duncan, 1955) Altamente significativo: \*\* $P < 0,01$

Los resultados encontrados en la presente investigación están por encima de los reportados por Reatigui [26], quien encontró que la GP a los 45 d en los pollos parrilleros fue de 2.144 g, cuando utilizó 40% de TSI. Veloz [30], al utilizar harina de Sacha inchi en la crianza de pollos broiler, reportó GP de 1.601,25 g a los 49 d. Así mismo, Ramírez [23] utilizó el 25 y 50% de TSI sustituyendo la soya en la ración, y obtuvo a los 45 d de edad de los pollos, una GP de 1.576,8 y 1.352,7 g, respectivamente.

Reátegui [25], 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. Asimismo, encontró que hubo mayor GP a mayor inclusión de torta. Este resultado, concuerdan con lo reportado por Tang y Capuñay [20], quienes obtuvieron mayores GP con el 10% de inclusión de TSI en la ración; por lo tanto estos dos últimos resultados coinciden con la presente investigación.

En referencia a la CA, Ramírez [23], encontró un índice superior a 2. Tang y Capuñay [20] obtuvieron rangos de CA entre el 1,9 a 2,01. Veloz [21], al utilizar TSI en la crianza de pollos broiler, reportó una CA de 1,45.

La utilización de 0;2; 4 y 6% de Sacha inchi en la alimentación de pollos broilers, permitió registrar una CA a los 29 a 49 d de 2,17; 2,18; 2,17 y 2,18 respectivamente, [2].

Tang y Capuñay [28] manifiestan que la CA reflejó mejores resultados para los tratamientos donde se incluyeron los mayores porcentajes de TSI, el autor manifiesta, que el pollo de engorde ha sido genéticamente desarrollado para que gane peso extremadamente rápido y usando eficientemente los nutrientes. Por ello es tan indispensable el manejo correcto a los pollos de hoy en d, ellos consistentemente tendrán gran eficiencia y economía. Se evidencia que el 10% ganaron mayor peso, pero es necesario manifestar que los demás tratamientos también generaron ganancia de peso.

### Mortalidad (M)

Con respecto a la M no se reportó en las primeras dos semanas (sem). Posteriormente, en la tercera sem con el 20% de T.S.I, murió un pollo, al igual que en la cuarta y la quinta sem con el tratamiento del 30% de T.S.I. En la sexta sem fallecieron dos animales con el control y uno con el 10% de TSI.

Se debe resaltar que el índice de mortalidad se consideró bajo, ya que la población fue de 240 pollos, de los cuales seis pollos murieron en el transcurso del experimento, lo que corresponde al 2,5% de (M), aspecto que concuerda con Muirragui [21], quien no registró M en la etapa de crecimiento, las aves finalizaron con un estado sanitario satisfactorio, esto puede deberse a que la TSI contiene vitaminas con capacidad antioxidante, así también es rica en aceites OMEGA 3 y 6 que ayudan a incrementar el sistema inmunológico de los animales [11].

De acuerdo con Chirinos [11] y Henao y Barreto [18], al analizar los ácidos grasos poliinsaturados, tocoferoles, fitosteroles, compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de la semilla de 16 diferentes variedades de sachá inchi, encontraron significativas diferencias en los contenidos de aceites OMEGAS 3 y 6, su capacidad antioxidante y otros compuestos fitoquímicos, concluyendo que su consumo puede ser considerado como una importante fuente de promotores fitoquímicos saludables.

### Análisis económico

En la TABLA VI se detalla la evaluación económica de los tratamientos. El mismo muestra el análisis Beneficio/Costo. Se observó que todos los tratamientos que incluyeron Sacha inchi, mostraron mejoras económicas respecto al control y el 10 % fue el que sobresalió entre ellos para todos los indicadores estudiados.

TABLA VI  
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL USO DE DIFERENTES  
NIVELES DE TORTA DE SACHA INCHI PARA  
LA CRIANZA DE POLLOS DE ENGORDE

Indicadores	Tratamientos			
	Control	10% T.S.I	20% T.S.I	30% T.S.I
Rendimiento de carne en Kg (B)	148,64	162,55	153,27	150,82
Precio Unitario Kg (C)	2,20	2,20	2,20	2,20
Ingreso Bruto Total (USD)	327,00	357,60	337,20	331,80
Utilidad Neta Total (USD)	143,01	173,34	157,20	153,84
Relación:				
Beneficio / Costo (B/C)	1,78	1,94	1,87	1,86
Rentabilidad (%)	77,73	94,07	87,33	86,44
Costo de producción por unidad (USD/Kg)	1,24	1,13	1,17	1,18

B: Beneficio, C: Costo

El análisis económico puede evidenciar que el 10 % de inclusión de TSI obtuvo mejores resultados con un ingreso de 357,60 dólares, por la cantidad de kilogramos vendidos, con referencia a los demás tratamientos de esta investigación; con la inclusión del 10 % de TSI, en la ración se obtuvo la más alta relación beneficio con un 1,94. Tang y Capuñay [28] no obtuvieron mayor beneficio económico en su experimento, así tampoco Muirragui [21], obtuvo un valor por debajo de los obtenidos en la presente investigación.

Los valores obtenidos demuestran que el uso de la TSI se la puede utilizar como fuente proteica y brinda buenos resultados económicos.

## CONCLUSIONES

Se evidenció que la TSI puede ser alimento sustituto parcial de la soya para engorde de pollos broiler Cobb 500. Quedó demostrado, además, a través del análisis financiero, que todos los tratamientos fueron rentables, sobresaliendo el tratamiento 10% de inclusión de TSI, como el más adecuado.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) que contribuyó para la realización de esta investigación, que forma parte del proyecto titulado "Torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de proteínas en pollos de engorde". Al Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba, por su

contribución técnica, profesional y de formación doctoral del primer autor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ALCIVAR, J.L.; MARTÍNEZ, M.; LEZCANO, P.; SCULL, I.; VALVERDE, A. Nota técnica sobre la composición físico-química de la torta de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). **Cuban J. Agricult. Sci.** 4(1): 1-5. 2020.
- [2] ANDINO, P. Evaluación de tres niveles de aceite de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de pollos de engorde. **Rev. Carib. Cien. Soc.** 1: 1-24. 2018.
- [3] ANDRADE, V.; TOALOMBO, P.; ANDRADE, S.; LIMA, R. Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. **RED-VET.** 18(2): 1-8. 2017.
- [4] BALDEÓN, D.; VELÁZQUEZ, F.; CASTELLANOS, J. Utilización de *plukenetia volubilis* (Sachá inchi) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa. **Rev. Enfoque.** 6 (2): 59-76. 2015.
- [5] BARRETO, M.; FIERRO, Y.; TORRES, D.; CORTES, D. Análisis de parámetros productivos de pollos de engorde en una avícola comercial - municipio de Cáqueza – Cundinamarca. **Rev. Agr. Habitat.** 2(1): 1-9. 2019.
- [6] BUENDÍA, A.; ADAMA, E. Comparación económica entre la piedra caliza y la conchilla en la dieta de pollos de engorde. **Rev. Natura, Eco.** 4(1): 53-58. 2019.
- [7] CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México. Pp. 10-70. 1988.
- [8] CISNEROS, E. Evaluación comparativa de cinco perfiles de proteína ideal y dos programas de alimentación en pollos de carne. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Tesis de Grado. 75 pp. 2019.
- [9] COBB. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Coob 500. Cobb- Vantres, Estados Unidos. 14 pp. 2015.
- [10] CHICAIZA, M.; PROAÑO, K.; QUINATO, L. Métodos para la valoración contable de activos biológicos: caso producción de pollos. **Rev. Cien. Adm. Eco.** 2 (1): 54-71. 2019.
- [11] CHIRINOS, R.; ZULOETA, G.; PEDRESCHI, R.; MIGNOLET, E.; LARONDELLE, Y.; CAMPOS, D. Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*): a seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. **Food Chemistry.** 141(3): 1732-1739. 2013
- [12] DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. Software estadístico: InfoStat versión 2011, FCA, Universidad Nacion-

- al de Córdoba, Argentina. 2012.
- [13] ESCOBEDO, E. Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la torta del Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) extruida en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Agraria nacional La Molina, Lima, Peru. Tesis de Grado. 65 pp. 2013.
- [14] FLORES, D.; LOCK, O. Reassessing the ancient use of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) for nutrition, health and cosmetics. **Rev. Fitoterapia**. 13(1): 23-30. 2013.
- [15] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Producción y Sanidad Animal. Carne y Productos Cárnicos. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor, Roma, Italia. 7 pp. 2017.
- [16] GABRIEL, J.; CASTRO, C.; VALVERDE, A.; INDACOCHEA, B. Diseños Experimentales. **Teoría y Prácticas para experimentos agropecuarios**, Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí. 146 pp. 2017.
- [17] GARCÍA, J. Evaluación zootécnica del efecto de un aditivo probiótico sobre el sistema gastrointestinal en pollo de engorde en la genética Ross ap. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga, Colombia. Tesis de Grado. 19 pp. 2019.
- [18] HENAO, J.; BARRETO, O. Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). **Rev. Inv. Agrar. Ambient**. 7(1): 83-91. 2016.
- [19] HURTADO, Z. Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) cultivada en Colombia. Palmira – Colombia. Tesis de Grado. 22 pp. 2013.
- [20] MENDOZA, F.; VARGAS, P.; VIVAS, A.; ARTEAGA, R. Inclusión de molienda de cáscara y semilla de toronja Duncan (*Citrus paradisi*), deshidratada como promotor de crecimiento en pollos broilers (*Gallus gallus domesticus*). **Rev. Prod. Cien. Invest**. 3(26): 1-7. 2019.
- [21] MUIRRAGUI, C. Estudio de factibilidad del uso de pasta de Sacha inchi (*plukenetia volubilis* L) en dietas para pollos, Universidad San Francisco. Quito, Ecuador. Tesis de Grado. Pp. 6. 2013.
- [22] MUYULEMA, C.; MUYULEMA, J.; PUCHA, P.; OCAÑA, S. Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio. **Visionario Digital**. 4 (1): 43 – 66. 2020.
- [23] RAMÍREZ, C. Sustitución parcial de fuentes proteicas por torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la dieta de pollos en Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. Tesis de Grado. 45 pp. 2011.
- [24] RAMOS, E. Estudio del zapallo y aplicación a la repostería. Universidad tecnológica equinoccial. Quito, Ecuador. Tesis de Grado. Pp. 21 - 23. 2013.
- [25] 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**. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana. **Tingo María**. 24 (2):131-138. 2015.
- [26] REÁTEGUI, B.A. Evaluación de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y su uso en tres niveles en la ración alimenticia en pollos parrilleros en Zungarococha”. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Agronomía Área de producción animal. Tesis de Grado. 31 pp. 2009.
- [27] RIOS, G. Obtención de concentrados proteicos de la torta residual de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*.), mediante tres métodos de extracción para su empleo en alimentos de consumo humano. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. Tesis de Grado. 71 pp. 2019.
- [28] TANG, E.; CAPUÑAY, L. Evaluación de cuatro niveles de sustitución de fuentes proteicas por torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el rendimiento productivo de pollos de carne en la etapa de crecimiento y engorde, en Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Pucallpa, Perú. Tesis de Grado. Pp. 31. 2018.
- [29] VARGAS, X. Buenas prácticas avícolas estimulan los buenos niveles de producción. **Rev. AFABA**. 1: 26 – 32. 2015.
- [30] VELOZ, G. Efecto de diferentes niveles de *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) en el engorde de broiler. Escuela Politécnica del Chimborazo. Riobamba- Ecuador. Tesis de Grado. Pp. 32. 2014.