



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS
CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

“USO DEL ACEITE DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) EN LA
ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE”

Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de
Bachiller en: Medicina Veterinaria y Zootecnia

Presentado por:

Deysi Esthefany Inga Dextre (0000-0002-7124-7858)

Asesor:

Connie Gallardo Vela (0000-0002-8070-8767)

Lima – Perú

ÍNDICE

1. Resumen
2. Introducción
3. Revisión de literatura
 - 3.1. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)
 - 3.1.1. Origen
 - 3.1.2. Clasificación botánica
 - 3.1.3. Nombres comunes
 - 3.1.4. Composición química de la semilla de sachá inchi
 - 3.1.5. Proceso de obtención del aceite de sachá inchi
 - 3.2. Composición nutricional y propiedades del aceite de sachá inchi
 - 3.2.1. Composición química del aceite de sachá inchi
 - 3.2.2. Los ácidos grasos y su efecto hipolipemiante
 - 3.2.3. Efecto antioxidante del aceite de sachá inchi
 - 3.3. Usos del sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación animal
 - 3.3.1. Usos del sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en pollos de engorde
 - 3.4. Composición nutricional de la carne de pollo
 - 3.5. Importancia de los ácidos grasos en la productividad avícola

3.5.1. Beneficios de la carne de pollo enriquecida con ácidos grasos

omega-3

4. Conclusiones

5. Bibliografía

1. Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad informar acerca del uso del aceite de sachá inchi, para ser incluido como alternativa en la alimentación de pollos de engorde, ya que se considera una fuente rica en ácidos grasos omega-3, 6 y 9, además de su contenido de vitamina E; que lo convierten en una alternativa para implementarse en la nutrición animal y generar un producto con valor agregado al mercado nacional. Para obtener esto, se debe implementar una relación de ácidos grasos esenciales para la dieta con el fin de obtener una carne con menor grasa de infiltración y evitar la rápida lipoperoxidación; se realizará una revisión bibliográfica, donde se brindará pruebas de que el aceite de sachá inchi puede ser utilizado en la avicultura, se abordará el origen, clasificación botánica, composición química de la semilla y el aceite, así como la composición nutricional y las propiedades que tienen en el organismo; del mismo modo se hará una recopilación de estudios donde se utilizó al sachá inchi en sus diferentes presentaciones que encontramos en el mercado, para ser implementado en la dieta de diferentes especies, para luego enfocarnos en pollos de engorde; asimismo, se dará a conocer el análisis proximal de la carne de pollo y el valor agregado que tendría al ser enriquecido con ácidos grasos omega-3.

2. Introducción

A nivel de la Costa peruana, las principales departamentos dedicados a la crianza de pollos de engorde en marzo del 2019 fueron Lima con 53.9 %, La Libertad con 9.4 %, Arequipa con 9.7 % e Ica con 4.6 % de la producción total (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2019). En consumo per cápita de carne de pollos en el Perú en el 2018 fue de 49.5 kilogramos por año, mientras que en Lima fue de 80.5 kilogramos al año; dada la alta demanda en dicho año se incrementó 8.5 % la venta de pollos en relación al 2017, esto con el fin de mantener con normalidad el abastecimiento de carne de pollo en la población peruana (Contreras, Gutierrez, & Osorio, 2018).

Debido a la gran competencia y alta demanda en el mercado avícola peruano, actualmente se tiene la necesidad de implementar estrategias que mejoren los parámetros productivos relacionados a ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad de los animales, mejor aún si se opta por utilizar ingredientes alternativos naturales que crecen en nuestro país, como es el aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) que se encuentra en la Selva y parte de Sierra del Perú (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2013).

Este aceite tiene un valor agregado, ya que ofrece un alto contenido de ácidos grasos omega-3 (linolénico), 6 (linoleico) y 9 (oleico); además, cuenta con vitamina E (Cisneros, Paredes, Arana, & Cisneros-Zevallos, 2014). Gracias a este

contenido de ácidos grasos, se considera como un hipolipemiante que fue utilizado experimentalmente en la dieta de humanos (Gamarra & Flores, 2015). Sumado a esto, la capacidad antioxidante gracias a la vitamina E que contiene, permite mantener y alargar el tiempo de vida de la carne (Gallinger, 2015).

Actualmente la alimentación tiene una nueva perspectiva, brindando nutrientes en relación con la inocuidad alimentaria, así como sus efectos benéficos para la salud tanto animal como humana; hoy en día los consumidores optan por cambiar los hábitos alimenticios procurando mejorar y mantener su salud (Henaó & Barreto, 2016). Por ende, al incluir ácidos grasos en la dieta animal, se obtendría una carne con menor contenido de grasa de infiltración, además de que esta carne se enriquecería con los omegas permitiendo adquirir estos ácidos grasos al consumidor. Por otro lado, al suplementar sustancias antioxidantes en la dieta animal, se obtendría un producto con mayor tiempo de vida que por ende permitiría mayor tiempo de almacenamiento.

3. Revisión de literatura

3.1. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

3.1.1. Origen

La planta *Plukenetia volubilis* es oriunda de la amazonía peruana, se considera un arbusto silvestre que también se puede encontrar en algunos sectores de América Latina como Brasil, Colombia y Ecuador (León, 2019)

La semilla se desarrolla principalmente en la región de la Selva y parte de Sierra del Perú donde abarca algunos departamentos como Amazonas, Loreto,

San Martín, Ucayali, Madre de Dios, Huánuco y parte de Cusco (INIA, 2013); convirtiéndose en un producto de fácil adquisición de acuerdo con el criterio y accesibilidad del consumidor.

3.1.2. Clasificación botánica

Según Ipaguirre (2019) la clasificación taxonómica de las semillas de sachá inchi se enmarca en:

Reino: *Plantae*, visión *Magnoliophyta*,

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Euphorbiales*

Familia: *Euphorbiaceae*

Género: *Plukenetia*

Ecotipos: *volubilis* Linneo, *huayllabambana* Linneo, *brachybotrya*, *polyandenia* y *loretensis*.

En la Figura 1 se observan 3 semillas por cada ecotipo del género *Plukenetia*, pudiéndose diferenciar el tamaño entre cada grupo.

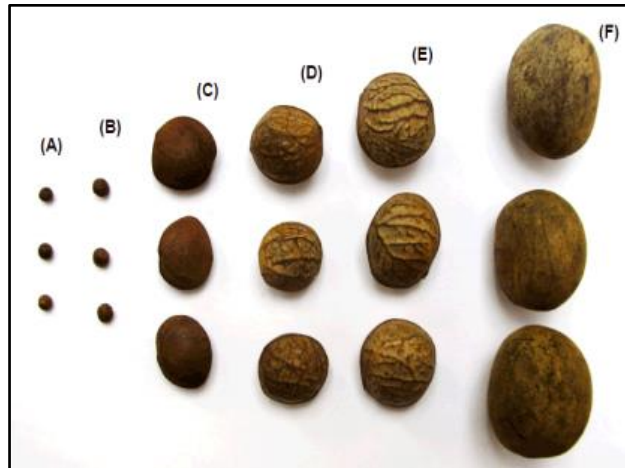


Figura 1: Semillas de sachá inchi estudiados Perú:

(A) *P. brachybotrya*, (B) *P. loretensis*, (C) *P. volubilis*, (D) *P. volubilis*, (E) *P. huayllabambana* y (F) *P. polyadenia*.

FUENTE: Rodríguez, Corazon, Cachique, Mejía, Del Castillo, Renno & García, 2010.

3.1.3. Nombres comunes

El nombre de sachá inchi proviene de dos palabras en quechua; sachá, que significa silvestre; e inchi, que es un término utilizado para referirse al maní del monte. Por otro lado, esta semilla es conocida por otros nombres coloquiales como maní del inca, del monte o silvestre y en quechua como sachá inchik y sachá yuchi (Alayón & Echeverri, 2016).

3.1.4. Composición química de la semilla de sachá inchi

Tomando como referencia a un país cercano al Perú, según el estudio realizado en Colombia por Gutierrez, Rosada y Jiménez (2011), se tomaron

semillas de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para establecer su composición química, donde obtuvieron que estas semillas son ricas en aceite (41.4 %) y proteína (24.7 %), así como, tienen cantidades significativas de minerales esenciales en la dieta como potasio (5563.5 mg/kg), magnesio (3210 mg/kg), calcio (2406 mg/kg) y zinc (49 mg/kg). Sin embargo, López *et al.* (2016) analizaron semillas de *P. volubilis* y *P. huayllabambana* provenientes de la región Amazonas del nuestro país demostrando que el primero tiene mayor contenido de proteínas totales siendo 30.67 % y 27.91 % respectivamente. En el Cuadro 1 se puede observar una comparación en cuanto a la composición química entre los ecotipos *P. volubilis* y *P. huayabamba*.

Cuadro 1: Composición química de dos ecotipos de semillas de sachu inchi (*Plukenetia volubilis*)^a

Componente	<i>P. volubilis</i>	<i>P. huayllabambana.</i>
Humedad (%)	3.3 ± 0.3	4.82 ± 0.09
Grasa (%)	42.0 ± 1.1	45.87 ± 0.1
Proteína (%)	24.7 ± 0.5	21.13 ± 0.05
Cenizas (%)	4.0 ± 0.7	2.36 ± 0.05
Carbohidratos totales (%)	30.9 ± 0.6	25.84 ± 0.1
Potasio (mg/kg)	5563.5 ± 6.4	-
Magnesio (mg/kg)	3210.0 ± 7.1	2446.09 ± 6.4
Calcio (mg/kg)	2406.0 ± 7.1	1495.3 ± 3.27
Hierro (mg/kg)	103.5 ± 8.9	440.6 ± 0.01
Zinc (mg/kg)	49.0 ± 1.1	38.78 ± 1.1

^a Los valores son medias ± desviaciones estándar de determinaciones por triplicado.

FUENTE: Adaptado de Gutierrez, Rosada & Jiménez (2011) y Muñoz *et al.* (2013)

3.1.5. Proceso de obtención del aceite de sachá inchi

El prensado es la principal técnica para extraer el aceite, se tiene que seleccionar manualmente las semillas donde se toman las que se encuentran en buen estado, estas pasarán a ser trituradas mediante el uso de un molino que tenga discos en forma de corona; luego de esto, se realiza un proceso de tamizado con tamices de 2, 4 y 6 mm; después de haber pasado por el tamiz el resultado de esto pasará por una prensa hidráulica que va entre los 160 y 200 bar de presión por 15 minutos; una vez obtenido el aceite crudo de sachá inchi se dejará reposar alrededor de 24 a 48 horas pues presentará partículas en suspensión; para eliminarlas debe pasar por un proceso de filtrado mediante el uso de una bomba de vacío y así obtener finalmente el aceite puro y limpio que procede a envasarse para su comercialización (Sihuayro, 2013).

Se ha reportado en Ecuador que el 37 al 47% de la semilla de sachá inchi proveniente de este país, es aceite (Fanali *et al.*, 2011); en Colombia también se analizaron estas semillas con el fin de determinar su composición química, donde obtuvieron que son ricas en aceite hasta en 41.4 %. (Gutierrez *et al.*, 2011). Por otro lado, en Perú se determinó que las semillas de *P. volubilis* tienen un contenido de grasa de 45.49 % (López *et al.*, 2016). Sin embargo, se estableció un rango estimado del porcentaje de aceite contenido en las semillas de sachá inchi procedentes del Perú, siendo este entre 33.4 % y 55.3 % (Wang *et al.*, 2018).

3.2. Composición nutricional y propiedades del aceite de sachá inchi

3.2.1. Composición química del aceite de sachá inchi

El aceite de sachá inchi está siendo considerado como un ingrediente clave en la nutrición animal y humana, gracias a la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) que contiene, siendo alrededor de 82%, respecto a los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y saturados (AGS) como se observa en el Cuadro 2, donde se comparan cinco muestras de este aceite.

Cuadro 2: Ácidos grasos del aceite de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*)

Aceite de sachá inchi	Ácidos grasos (%)		
	Saturados	Monoinsaturados	Polinsaturados
1	8.2	10.7	77.5
2	6.7	8.4	84.5
3	7.0	9.0	84.0
4	6.3	8.1	85.5
5	7.0	9.0	83.0

FUENTE: Adaptado de Ramos, Ponce, Barnett, Celi, & Ramos, 2016

La composición de los ácidos grasos del aceite de sachá inchi en relación a otros aceites, varía considerablemente, destacando el aceite de sachá inchi (Cuadro 3) debido a que presenta mejor relación en cuanto a los ácidos grasos omega-3 (linolénico), omega-6 (linoleico) y omega-9 (oleico) en comparación a los otros aceites analizados. Similares resultados se encontraron al comparar aceite de oliva, pescado y sachá inchi adquiridos también supermercados locales del Perú (Paucar, Salvador, Guillén, Capa, & Moreno, 2015).

Cuadro 3: Composición de ácidos grasos de aceites vegetales (oliva, canola, algodón, maíz, girasol, linaza y sachá inchi)

Aceites	Ácidos grasos (%) ^a		
	Omega-3	Omega-6	Omega-9
Oliva	0.6	8.4	74.3
Canola	6.6	20.2	64.1
Girasol	0.37	29	60.2
Linaza	53.4	15.5	20
Sachá inchi	44	33.5	10.7

^a % relativo de ácidos grasos basados en el área del pico cromatográfico CG

FUENTE: Adaptado de Maurer, Hatta-Sakoda, Pascual-Chagman, & Rodríguez-Saona, 2012.

Los ácidos grasos insaturados que contiene el aceite de sachá inchi son bastante elevados, pueden llegar a abarcar el 91.2 % del aceite, mientras que los saturados se encuentran en muy bajo contenido siendo alrededor del 8 % del aceite; dentro de los insaturados, en mayor cantidad se encuentra el ácido linolénico (omega-3) con 48.2 ± 0.4 %, seguido por el ácido linoleico (omega-6) con 34.1 ± 0.1 %, ácido oleico (omega-9) con 8.9 ± 0.1 %, ácido palmítico con 4.7 ± 0.2 % y finalmente el ácido esteárico con 3.3 ± 0.1 % (Cisneros, Paredes, Arana & Cisneros-Zevallos, 2014).

Los ácidos grasos omega-3 (ω -3) son un grupo de biomoléculas poliinsaturadas, que presentan el primer enlace doble en el carbono de la posición 3 de la cadena del ácido graso contando desde el final de la cadena. Los más conocidos son el ácido graso alfa-linolénico (18 carbonos y 3 dobles enlaces),

el ácido graso eicosapentaenoico o EPA (20 carbonos y 5 dobles enlaces) y el ácido graso docosahexaenoico o DHA (22 carbonos y 6 dobles enlaces). En cuanto a los ácidos grasos de tipo omega-6 (ω -6) son de tipo insaturados, ya que, tienen enlaces dobles en sus cadenas; estos tienen la peculiaridad de tener el primer enlace doble en el carbono 6 desde el final de la cadena. Los principales tipos de ácido graso omega-6 son el ácido linoleico (18 carbonos y 2 dobles enlaces) y el ácido araquidónico (20 carbonos y 4 dobles enlaces) (Carhuapoma, 2009).

El ácido graso omega-9 (ω -9), presenta solo un doble enlace en el carbono 9 de su estructura química, este ácido graso también lo encontramos en aceitunas y aceite de oliva, en las semillas de canola, avellanas o nueces, en la pulpa de la palta y en los lípidos y fosfolípidos de los animales. Su principal función radica en la capacidad de disminuir los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL), sin afectar los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL). Así, es necesario regular el consumo de ácido graso omega-9 y las grasas saturadas, buscando obtener beneficios para la salud (Suzuki *et al.*, 2001).

Los ácidos grasos presentes en el aceite de sacha inchi, además de ser considerados esenciales en la dieta humana, son hipolipemiantes debido a que el ácido graso linolénico tiene la capacidad de disminuir los niveles de triglicéridos (TGL) y aumentar los de HDL; mientras que los ácidos grasos linoleico y oleico disminuyen los niveles de LDL en sangre (Argüeso *et al.*, 2011).

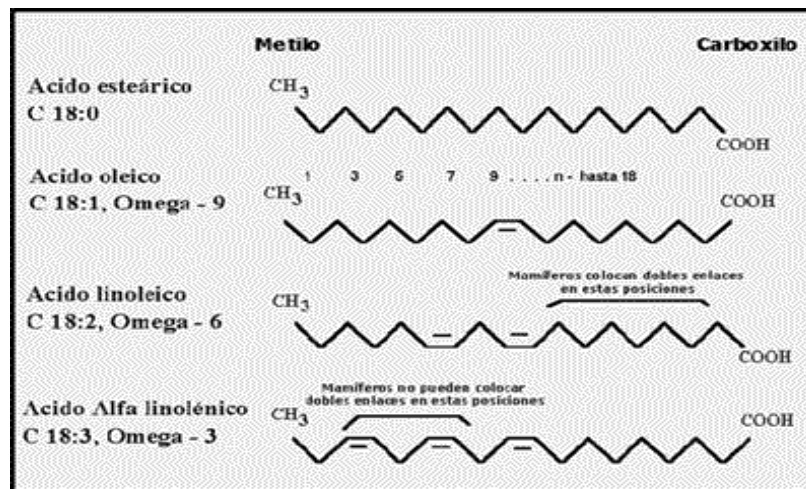


Figura 2: Familias de ácidos grasos omega-3, 6 y 9 y su nomenclatura

FUENTE: Valenzuela y Nieto, 2003.

3.2.2. Los ácidos grasos y su efecto hipolipemiante

Se ha demostrado que en la dieta humana se debe consumir cantidades suficientes de los ácidos grasos omega-6 y 3, pero estos deben tener una proporción óptima de 4:1 o 5:1 (Silva, 2018). Por tal motivo, considerando el alto contenido de estos ácidos grasos que presenta el aceite de sacha inchi se estima que tiene un efecto hipolipemiante; con esta referencia el aceite ha sido utilizado en personas adultas con hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia durante 6 semanas, donde los resultados mostraron una disminución en los niveles de colesterol total (CT), LDL, TGL y aumento de HDL en sangre (Gamarra & Flores, 2015).

Los ácidos grasos de la dieta viajan por todo el tracto gastrointestinal, donde en la parte media del yeyuno entran a los enterocitos gracias a una

proteína que transporta ácidos grasos, la cual está localizada en la misma pared intestinal. Los ácidos grasos con más de 14 carbonos, como el omega-3 y 6 se pueden esterificar para formar los triacilgliceroles dentro de los enterocitos, estos pasan a la circulación sanguínea por medio de la vía linfática en forma de quilomicrones; dentro de la pared interna de los capilares sanguíneos se encuentra una enzima llamada lipoproteína lipasa, la cual tiene la capacidad de hidrolizar los triacilgliceroles que están unidas a las lipoproteínas de los quilomicrones, liberando así los ácidos grasos, incluyendo los AGPI. Estos AGPI libres llegan al tejido adiposo y se incorporan en los triacilgliceroles, donde tienen la capacidad de inhibir la expresión génica de enzimas involucradas en la lipogénesis; por otro lado, cuando los AGPI llegan a nivel de la musculatura, incrementan la oxidación de ácidos grasos y reducen la acumulación de triacilgliceroles (Baur *et al.*, 1998).

Macedo y Magallanes (2009) evaluaron el efecto hipolipemiente del aceite de sacha inchi mediante la inducción de hiperlipidemia en ratas albinas, se tomaron muestras de sangre para la evaluación de CT y TGL al inicio, 60 y 90 días del estudio, como resultado se observó una disminución del CT a volúmenes de 200 μ L, 400 μ L y 800 μ L (36 %, 38 % y 44 % respectivamente), en relación al control; además se identificó una disminución de los niveles de TGL a volúmenes de 200 μ L, 400 μ L y 800 μ L, (62 %, 61 % y 74 % respectivamente) en relación al control, siendo resultados estadísticamente significativos; por lo que se pudo comprobar que en condiciones experimentales, el aceite de evaluado disminuye los niveles de CT y TGL en ratas albinas.

Dada esta información experimental tanto en humanos como en ratas de laboratorio, se podría implementar el uso de este aceite en la dieta de animales, para ello previamente se debe tener en cuenta los valores lipídicos según la especie. Manteniendo el enfoque en aves, se comparó los valores lipídicos sanguíneos entre pollos de engorde línea Cobb 500 a los 35 días de edad y gallinas ponedoras línea Hy-Line de 26 semanas de edad; los resultados en cuanto a pollos de engorde mostraron niveles séricos de triglicéridos de 21.4 ± 7.9 mg/dL, colesterol total de 125.1 ± 24.2 mg/dL, HDL de 93.1 ± 16.0 mg/dL y LDL de 52.2 ± 9.1 mg/dL en promedio (Osorio y Flores, 2018).

3.2.3. Efecto antioxidante del aceite de sachu inchi

La principal función de la vitamina E es prevenir el ataque de los radicales libres hacia los tejidos; puesto que, es uno de los componentes lipídicos de las membranas celulares (Niu *et al.*, 2009). Adicional a ello, esta vitamina tiene la capacidad de estabilizar la estructura de la membrana al generar complejos moleculares a ese nivel, y al mismo tiempo previenen disturbios en cuanto al desbalance anfipático que puede ocurrir dentro de la membrana (Gallinger, 2015).

Los radicales libres son moléculas inestables; existen los de tipo primarios que se generan en los tejidos por condiciones que conllevan al estrés oxidativo a nivel celular que originan una cascada de radicales libres reactivos y

estos atacan el contenido orgánico de las células, mostrando afinidad por las proteínas que se encuentran dentro, dando lugar a la formación de peróxidos e hidroperóxidos semiestables que dan inicio al daño biológico total de la célula (Gebicki, 2015).

Cuando incrementa la circulación de estos radicales libres se produce la oxidación de grasas (lipoperoxidación) y proteínas que no solo trae efectos contradictorios con el animal en vida, si no también en el producto final ya que produce cambios notorios en cuanto la frescura, gusto y olor, así como la textura y el color (Lawlor *et al.*, 2003), es decir, disminuye el tiempo de conservación, por ende, un producto de tal aspecto genera el rechazo inmediato del consumidor.

Se determinó la presencia de tocoferoles en el aceite de sacha inchi donde se detectó que γ -tocoferol es el componente de mayor cantidad, siendo más del 50% del total (Fanali *et al.*, 2011). Por otro lado, estudios realizados por Cisneros *et al.* (2014) mostraron que cada 100 gramos del aceite de sacha inchi contiene 70.6 mg γ -tocoferol y 12.6 mg de δ -tocoferol, es decir, el γ -tocoferol representa cerca del 80% de la cantidad total de Vitamina E; además se menciona que la diferencia de estas concentraciones radica en que el contenido de γ -tocoferol es ligeramente menor en el aceite de semillas tostadas que en el aceite de semillas que no fueron tostadas; sin embargo, en cuanto a los δ -tocoferoles no se observaron diferencias significativas en cuanto al tostado o no.

Existen pruebas para determinar la capacidad antioxidante, una de estas es el ensayo de 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) como radicales libres, se realizó esta prueba en semillas de sachá inchi y se llegó a la conclusión que conforme aumenta la intensidad de tostado de las semillas, esto podría favorecer a la formación de los compuestos fenólicos, por ende tendría mayor capacidad antioxidante (Cisneros *et al.*, 2014). Gracias a esto se puede buscar un aceite de sachá inchi de semillas sin tostar, ligeramente, medianamente o altamente tostados según la capacidad antioxidante que se busca obtener de este producto.

Otro método para evaluar la capacidad antioxidante es mediante la Prueba de Sustancias Reactivas al Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), esta fue usada para evaluar el estado oxidativo de los músculos crudos de la pechuga y pierna de pavo, los cuales fueron suplementados con alfa-tocoferol (50 mg/kg) y beta-caroteno (15 mg/kg) en la dieta, obteniendo como resultado que la vitamina E estuvo presente en la cantidad suficiente para reducir la oxidación de la carne evaluada (Sárraga, Carreras, García, Guardia, & Guerrero, 2006).

3.3. Usos del sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación animal

El aceite de sachá inchi se convierte en un potencial candidato para su implementación en la dieta animal, debido a su alta concentración de ácidos

grasos omega-3, seguido de omega-6 y 9 (Cisneros *et al.* 2014); puesto que, el perfil de ácidos grasos contenidos en los diferentes tejidos musculares del animal es el reflejo de la relación de ácidos grasos ejecutado en la dieta (Crespo y García, 2001).

Sacha inchi ha sido incluido en las dietas de algunos rumiantes como los ovinos, esta inclusión se hizo en sus dos presentaciones, tanto en la forma de sachá inchi almendra y aceite en diferentes porcentajes cada uno, obteniendo finalmente 8 tratamientos; se obtuvo como resultado la reducción en la producción de gas metano con la adición de sachá inchi almendra y completo a un 10% a la dieta de ovinos (62 y 68 mL de gas/gMF respectivamente) en comparación al grupo control (72.7 mL de gas/gMF); esto se debió al contenido de aceites esenciales que presenta la semilla (Guamaní, 2018).

Por otro lado, las semillas de sachá inchi se han introducido en la dieta de cuyes con el fin de determinar el enriquecimiento de la carne con los ácidos grasos omega-3 que contiene; para esto se usó aceite de pescado y semillas de sachá inchi, en diferentes porcentajes por cada tratamiento; los resultados mostraron que los valores de ácido-alfa-linolénico (ALA) fueron de 1546 mg/100g (10.20 %) y 1705 mg/100g (12.92 %) en las carnes de cuy que se alimentaron con 1 % aceite de pescado más 4 % semilla de sachá inchi y la dieta de solo 4 % semillas de sachá inchi respectivamente; además la carne de los animales que consumieron la dieta con sachá inchi tuvo el nivel más elevado de

AGPI (51.35%), el más bajo contenido de AGMI (21.97%) y AGS (25.49%); en cuanto a parámetros productivos, los resultados muestran que el comportamiento productivo se mantiene, pero con la ventaja de presentar un alto contenido en ácidos grasos omega-3 en la carcasa (Guevara, 2009).

Del mismo modo se hizo un estudio donde se evaluó el efecto de la sustitución de torta de soya por torta de sachá inchi en la dieta, donde se utilizaron 3 tratamientos: dieta de torta de soya (TS), torta de soya con torta de sachá inchi (TSSI) y solo torta de sachá inchi (TSI); se obtuvo como resultado que los animales alimentados con TSSI tuvieron mejor rendimiento de carcasa (71.14 %), mientras que en la evaluación de la calidad de carne los grupos alimentados con TSSI y TSI tuvieron bajo porcentaje de grasa (8.08 y 7.93 % respectivamente) y contenido de colesterol (47.06 y 45.33 mg/dL respectivamente) en relación al grupo control que obtuvo 12.2 % de grasa y 61.88 mg/dL de colesterol. Además, se evaluó las características organolépticas de carne, donde los grupos TSSI y TSI mejoran su textura, palatabilidad y la grasa relativa en relación con la carne del grupo TS (Mendoza *et al.*, 2019).

La presentación de TSI también se ha introducido como fuente de principal de proteína en dietas de tilapia roja durante 55 días, donde los parámetros de ganancia de peso (17.77 g), tasa de crecimiento (2.42 % día) y tasa de eficiencia proteica (2.40) presentaron valores significativamente elevados para las inclusiones de torta de sachá inchi (TSI) al 5 y 10 %, es decir, la

TSI puede ser un sustituto de la harina de pescado hasta un 10 % en las dietas de tilapia roja (Miranda y Guerrero, 2015). Similares resultado se obtuvo al adicionar esta torta al 20% en sustitución de la harina de pescado en la dieta tilapias, donde se obtuvo mejor conversión alimenticia (1.44) ganancia de peso (226.7 g) y eficiencia proteica (2.7) a los 100 días de cultivo respecto al grupo control con 1.52, 214.7 g y 2.59 respectivamente (Montenegro, 2019).

3.3.1. Usos del sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en pollos de engorde

En la nutrición avícola se considera que una dieta enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados, ya sea proveniente de aceites vegetales como la soja o linaza, incrementa la eficiencia productiva en cuanto al rendimiento de crecimiento de pollos de engorde (Huo, et al., 2019). Teniendo en cuenta las diferentes fuentes de aceite que se utilizan en la dieta de pollos de engorde, se realizó un estudio que utilizó diferentes proporciones de ácidos grasos en la dieta de estos pollos, donde se usó cuatro tipos de grasas diferentes a la soja, siendo sebo, aceite de oliva, de girasol y de linaza; se obtuvo como resultado que las aves alimentadas con aceite de girasol y linaza mostraron mejores valores de eficiencia alimenticia (1.83), el contenido de grasa abdominal (1.7 %) y colesterol del muslo fue significativamente menor (59 mg/100 g) (Crespo y García, 2001). Gracias a esto, se puede asumir que existen otros tipos de grasas vegetales diferentes al aceite de soja que pueden ser implementados en la dieta de pollos broilers.

Se ha utilizado el aceite de sachá inchi en la dieta de reproductoras de pollos de engorde con el fin de analizar su efecto sobre los parámetros productivos de su progenie; los resultados mostraron que al añadir 5 % de este aceite se influye de manera positiva en la progenie, ya que las reproductoras que sí consumieron el aceite obtuvieron 22 g más de peso corporal, 2 puntos menos de índice de conversión alimenticia y 6.31 puntos más de índice de eficiencia productiva en su progenie a los 42 días de edad, en comparación con las aves reproductoras que no consumieron el aceite en su dieta (Lucas *et al.*, 2011).

El aceite de sachá inchi también se ha implementado directamente en pollos de engorde en porcentajes de 2, 4 y 6 %, donde se obtuvo como resultados que a la adición de 6 % del aceite algunos parámetros productivos como ganancia (GP) de peso, consumo de alimento (CAL) y conversión alimenticia (CA) fueron estadísticamente superiores, donde las aves tuvieron un peso final de la canal de 2329 g y CA de 1.85; sin embargo, por el lado de los parámetros fisiológicos, en el tracto digestivo no presentó diferencias significativas en cuanto a peso de molleja, longitud y peso del intestino delgado y grueso, demostrando así que es factible incluir este aceite en la dieta de pollos de engorde, manteniendo un buen comportamiento productivo y fisiológico (Andino *et al.*, 2018).

La presentación de harina de sachá inchi se utilizó como alternativa de sustitución parcial de la soya, adicionando 0, 5, 10 y 15 %, se obtuvo que la GP (2214 g) y CA (1.38) a los 42 días fueron estadísticamente mayores en las aves que.

consumieron 10% de sachá inchi; por el lado de parámetros fisiológicos no se presentaron diferencias significativas, demostrando que se puede sustituir un ingrediente tracional como la soya manteniendo un buen comportamiento a nivel productivo y fisiológico (Veloz, 2014).

La TSI fue utilizada en la dieta de pollos de engorde de la línea Cobb 500 al 7 % y 14 % para evaluar el perfil bioquímico, se obtuvo como resultados un efecto significativo en valores de hematocritos, enzimas hepáticas como aspartato aminotransferasa (AST) y alanina transferasa (ALT), perteneciendo dentro de los rangos normales establecidos para la especie; sin embargo, en la dieta con 14 % de torta de sachá inchi presentaron un efecto adverso en cuanto al consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso, que fue relacionado a la mayor cantidad de glucósidos y saponinas presentes en la torta, estos afectan la palatabilidad haciéndolos amargos y picantes, además las saponinas tienden a interferir la absorción intestinal; mientras que a menor porcentaje los pollos pueden adaptarse al alimento (Reátegui, Paredes y Robles, 2015).

Esta torta también ha sido incluida en niveles de 0 %, 10 %, 20 % y 30 % en la dieta de pollos de engorde hasta los 42 días de edad, donde se observó que la mayoría de órganos no presentaron diferencias estadísticas significativas en cuanto al desarrollo del tracto gastrointestinal; sin embargo, el buche lleno,

intestino delgado lleno, intestino grueso sin contenido si presentaron diferencias significativas en el peso con 10% de inclusión (León, 2019).

3.4. Composición nutricional de la carne de pollo

Se realizó un estudio para determinar el contenido nutricional de la carne de pollo, donde se utilizó como muestra 27 unidades de carne provenientes de 10 frigoríficos diferentes de Argentina, de estos, se realizaron dos cortes de la carne como la pechuga y el muslo por ser las partes más consumidas, tanto en sus versiones con con piel y sin piel. Como resultados, en los cortes de pechuga y muslo sin piel se obtuvo 107 y 127 kcal; 23,7 y 19,9 g de proteínas; 1,4 y 5,3 g de grasa: AGS 375 y 1367 mg AGMI 418 y 1829 mg, AGPI 432 y 1657 mg, trans 27 y 54 mg, como se observa en el Cuadro 4 y 5; además de contener algunos minerales como sodio 47 y 74 mg; potasio 355 y 307 mg; fósforo 235 y 195 mg; hierro 0,31 y 0.60 mg respectivamente.

Cuadro 4: Composición (media \pm DE) de la carne de polla argentino (cada 100g de carne)

Componente	Pechuga		Muslo	
	Sin Piel	Con Piel	Sin Piel	Con Piel
Cenizas (g)	1.2 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	0.9 \pm 0.1
Proteína (g)	23.7 \pm 1.0	20.2 \pm 1.1	19.9 \pm 1.0	17.0 \pm 0.8
Grasa (g)	1.4 \pm 0.3	8.9 \pm 1.5	5.3 \pm 0.7	14.7 \pm 2.2
Carbohidratos (Kcal)	107 \pm 4	161 \pm 14	127 \pm 8	200 \pm 20

FUENTE: Adaptado de Gallinger *et al.*, 2016

Cuadro 5: Contenido (media \pm DE) de ácidos grasos de pechuga y muslo sin piel (mg/100g de carne)

Ácidos grasos	Pechuga	Muslo
Saturados	375 \pm 23.3	1367 \pm 71.8
Insaturados	849 \pm 48.4	3352 \pm 118.6
Monoinsaturados	418 \pm 45.9	1829 \pm 110.0
Poliinsaturados	432 \pm 35.4	1657 \pm 151.4
Trans	27 \pm 6.1	54 \pm 0.136.3
Omega 6 (linoleico)	385 \pm 31.2	1489 \pm 130.1
Omega 3 (linolénico)	47 \pm 8.5	169 \pm 24.1

FUENTE: Adaptado de Gallinger *et al.*, 2016

Adicionalmente, es importante mencionar la composición nutricional de las otras carnes comercializadas en nuestro país, como la carne de vacuno y cerdo, enfocándonos principalmente en el contenido de ácidos grasos como se observa en el Cuadro 6, donde la carne de pollo tiene niveles más bajos de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y niveles intermedios de poliinsaturados y Omega-6; por ende al enriquecer esta carne se podría obtener valores similares a la carne magra de cerdo.

Cuadro 6: Composición de ácidos grasos (g) por 100 g de porción comestible

Tipo	Ácidos grasos				
	AGS	AGMI	AGPI	Omega-6	Omega-3
Filete de pollo	0.93	1.26	0.42	0.357	0.018
Carne magra de cerdo	3.21	3.62	0.63	0.559	0.068
Carne magra de vacuno	2.22	2.51	0.21	0.099	0.64

FUENTE: Adaptado de Moreiras *et al.*, 2013

3.5. Importancia de los ácidos grasos en la productividad avícola

En las dietas utilizadas para producción avícola existe tres grupos principales de nutrientes; las proteínas, que provienen de la harina de soya, de pescado y otras carnes que se utilizan como fuente de aminoácidos esenciales y no esenciales para el correcto desarrollo de los tejidos; por otro lado, están los carbohidratos que provienen generalmente del maíz, sorgo y trigo que son utilizados como una fuente de energía para las aves, y por último tenemos a las grasas, que puede ser de origen vegetal o animal, que también son fuente de energía, pero al mismo tiempo son la fuente de los ácidos grasos esenciales (Silva, 2018).

El valor energético de una grasa administrada en la dieta es muy variable, de acuerdo a factores como tipo y edad del animal, así como a las características de la dieta. La digestibilidad de una grasa va a depender de su capacidad de solubilización para la formación de micelas y su posterior absorción a nivel intestinal; en el caso de monogástricos los factores que determinan el valor energético de una grasa son el contenido de energía bruta (EB), el porcentaje de TGL versus ácidos grasos libres, el grado de insaturación de los ácidos grasos y la longitud de la cadena de los mismos. Se considera que mientras mayor sea el porcentaje de TGL e insaturación y menor longitud de la cadena, el valor energético será mayor especialmente en el caso de aves jóvenes (FEDNA, 2014).

En Irán se demostró que la suplementación con una combinación de fuentes de grasa, tanto vegetal como animal, en la dieta de pollos de engorde influye positivamente el rendimiento del crecimiento del ave obteniendo peso finales entre 2401 y 2653 g a los 42 días de edad; sumado a esto, se demostró que una dieta suplementada con grasa vegetal presenta menor peso de grasa abdominal, representando menos del 1 % del rendimiento de grasa total (Poorghasemi *et al.*, 2013). Del mismo modo, Huo *et al.* (2019) mencionaron que una dieta enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados es capaz de incrementar la eficiencia productiva de los pollos de engorde en cuanto a conversión alimenticia a los 42 días de edad con 0.1 menos que la dieta control; además señalan que la presencia de estos ácidos grasos disminuyen los triglicéridos en sangre hasta un 50 % comparado con la dieta control.

3.5.1. Beneficios de la carne de pollo enriquecida con ácidos grasos omega-3

Hoy en día la carne de pollo es el producto de mayor alcance en cuanto a precios para los hogares de nuestro país, en comparación a otras opciones como la carne de vacuno, porcino, ovino y pescado, que se mantienen por encima del precio promedio de la carne de pollo (MINAGRI, 2019). Sumado a esto, la pechuga de pollo se considera una buena fuente proteica y un elemento básico en la dieta de todo el mundo, además, se considera una alternativa saludable a la carne roja (Gómez-Portilla y Gómez-Oviedo, 2013). Por tal motivo, al enriquecer esta carne se genera un valor agregado a la carne más consumida en el Perú.

Se considera que si aumentamos los niveles de AGPI en el pienso de pollos, el contenido y proporción de los mismos aumentará en el muslo y pechuga (Cortinas, 2004), por lo que se ha buscado enriquecer la carcasa de pollo con ácidos grasos omega-3 por medio de la sustitución del aceite de soya por el aceite de atún, como resultado se obtuvo que 0,75 % de aceite de atún incrementó la concentración de estos ácidos grasos de tipo EPA y DHA en pechuga, pierna y muslo; además la relación omega-6:omega-3 se redujo al incrementar los niveles de aceite de atún (Martínez *et al.*, 2016). Del mismo modo se realizó el enriquecimiento con linaza molida, donde se obtuvo como resultado que implementarla al 10 y 17 % aumenta los valores de ácidos grasos omega-3 de la pechuga (Zuidhof *et al.*, 2009). Similares resultados se obtuvieron al adicionar 8 % de aceite de pescado en la dieta de pollos, donde también incrementó las cantidades de omega-3 en el músculo (López, Baucells, Barroeta, & Grashorn, 2001). Adicionalmente, si los animales son alimentados con una dieta más poliinsaturada se obtendrá un menor depósito de grasa subcutánea y abdominal (Ferrini, 2009).

Descubrimientos recientes en el campo de la salud han cambiado los conceptos y hábitos relacionados con la alimentación humana, estos cambios se refieren principalmente a las concentraciones de colesterol LDL, que en altas concentraciones es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedad cardíaca (Rique *et al.*, 2002), por lo que se buscan alternativas de implementar

ingredientes en la dieta que tengan un efecto hipolipemiente, como los omega-3 y 6 que encontramos en el aceite de sacha inchi. Se realizó un estudio donde se comprobó que, a comparación del aceite de girasol, el aceite de sacha inchi presenta una tendencia a niveles más altos de ácidos grasos omega-3 de tipo ALA en el plasma con 15 ml de aceite consumido (Gonzales, Gonzales, & Villegas, 2013).

Al adicionar el aceite de sacha inchi en el pienso de pollos de engorde, se lograría la retención de ácidos grasos en la carcasa que permitiría consumir la carne sin restricciones, obteniendo beneficios para los consumidores por ser un producto de mejor calidad; puesto que, otro de los efectos benéficos de los omegas que se han reportado, es la disminución de la producción de mediadores proinflamatorios como los radicales libres (Rueda, Domingo & Mach, 2011). Sumado esto, considerando que el aceite contiene vitamina E, esto resultaría en una carne con menor cantidad de radicales libres, es decir, los lípidos se van a oxidar más lento y esto permite tener un producto final con mayor tiempo de vida que permitiría al consumidor almacenarlo por más tiempo (Zuidhof et al., 2009).

En la nutrición de pollos de engorde existe poca información acerca de la relación que debe existir entre los ácidos grasos esenciales, cuando la concentración de ácido linoleico no está en equilibrio con el ácido linolénico, se altera la composición nutricional de la carcasa, ya que, estos ácidos grasos

compiten por mismas enzimas en el proceso de absorción y deposición de lípidos, generando una carne con mayor infiltración de grasa, mayor contenido de grasa abdominal y una carne rápidamente oxidable (Zuidhof et al.,2009). Así, el enriquecimiento de la carne con niveles adecuados de ácidos grasos omega 3 y omega 6 resultaría en una carne de mejor calidad, siendo una oportunidad para que los productores agreguen valor a su producto.

4. Conclusiones

El presente trabajo de investigación permite llegar a la conclusión que el aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) puede ser implementado como alternativa en la dieta de pollos de engorde estableciendo una relación de ácidos grasos omega 3 (linolénico) y 6 (linoleico) con el fin de mantener el equilibrio en cuanto al perfil lipídico e infiltración grasa en la carne.

Del mismo modo, al adicionar este aceite en la dieta modificamos la composición corporal del ave desde un punto de vista nutricional, ya que al ser enriquecido con los omegas puede ser consumido sin restricciones, especialmente para personas con condiciones de hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia que presenten riesgo de enfermedades cardiacas.

Por el lado del tiempo de vida del producto, se toma en cuenta el contenido de vitamina E que el aceite presenta, el cuál permitirá disminuir la

circulación de radicales libres por su capacidad antioxidante, resultando en una carne que demore un poco más en oxidarse.

La importancia de este trabajo de investigación va dirigido al impacto económico y sanitario que puede tener a futuro, puesto que se daría un valor agregado a la carne de pollo convencional que estamos acostumbrados a consumir en el día a día.

5. Bibliografía

- 1) Alayón, A. & Echeverri, I. (2016). Sacha Inchi (*plukenetia volubilis linneo*): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(2), 167-171.
- 2) Andino, P., Vera, H., López, S., Guevara, H. & Peñafiel, I. (2018). Evaluación de tres niveles de aceite de sachu inchi (*plukenetia volubilis*) en la dieta de pollos de engorde. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.
- 3) Argüeso, R., Díaz, J.L., Díaz, J.A., Rodríguez, A., Castro, M. & Diz, F. (2011). Lípidos, colesterol y lipoproteínas. *Galicia Clínica*, 72(1), 7-17.
- 4) Baur, L., O'connor, J., Pan, D., Kriketos, A. & Storlien, H. (1998). The fatty acid composition of skeletal muscle membrane phospholipid: its relationship with the type of feeding and plasma glucose levels in young children. *Metabolism*, 47(1), 106-12.
- 5) Carhuapoma, M., López S. & Choquesillo F. (2009). *Sacha Inchi: Inca peanut: moléculas biofuncionales y cosmeceúticas*. Recuperado de:

<https://www.worldcat.org/title/sacha-inchi-inca-peanut-moleculas-biofuncionales-y-cosmeceuticas/oclc/609374225>

- 6) Cisneros, F., Paredes, D., Arana, A. & Zevallos, L. (2014). Chemical Composition, Oxidative Stability and Antioxidant Capacity of Oil Extracted from Roasted Seeds of Sacha-Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(22), 5191–5197.
- 7) Contreras, S., Gutierrez, N. & Osorio L. (2018). Producción y comercialización de productos avícolas. *Boletín del Ministerio de Agricultura y Riego*, 4, 3-38.
- 8) Cortinas, L. (2004). *Niveles de ácidos grasos poliinsaturados y α -tocoferol en el pienso de broilers: equilibrio entre composición lipídica y estabilidad oxidativa de la carne* (Tesis de titulación). Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/ed84/ab214988fd42211d778bd66d8b6a901bd5e1.pdf>
- 9) Crespo, N. & García, E. (2001) Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Science*, 80(1), 71 - 8.
- 10) Fanali, C., Cacciola, F., Beccaria, M., Grasso, S., Dachà, M., Dugo, P. & Mondello, L. (2011). Chemical Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(24), 13043-13049
- 11) Ferrini, G. (2009). *Efecto del perfil en ácidos grasos de la ración sobre la cantidad y distribución de lípidos en el pollo de carne* (Tesis de titulación). Recuperado de: <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2009/tdx-0615110-092757/gf1de1.pdf>
- 12) Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Aceites y Oleínas De origen Vegetal. 2014.

- http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/aceites-y-ole%C3%ADnas-de-origen-vegetal
- 13) Gallinger, C. (2015). *Estabilidad oxidativa y calidad sensorial de carne de pollo enriquecida con ácidos grasos n-3 proveniente de fuentes de origen vegetal y animal, protegida con vitamina E y selenio orgánico* (Tesis Doctoral). Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/20161004_-_inta_-_gc_-_gallinger_tesis_doctoral.pdf
- 14) Gallinger, C., Federico, F., Pighin, D., Cazaux, L., Trossero, M., Marsó, A. & Sinesi, C. (2016). Determinación de la composición nutricional de la carne de pollo argentina. *Diaeta*, 34(156), 10-18.
- 15) Gamarra, L. & Flores, B. (2015). *Efecto hipolipemiante del aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis Linneo) en adultos de 35 – 64 años con hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia en el Asentamiento Humano Nueva Alianza Chaclacayo – Lima, 2014.* (Tesis para título). Recuperado de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/224>
- 16) Gebicki, J. (2016). Oxidative stress, free radicals and protein peroxides. *Archives Biochemistry Biophysics*, 595, 33-39.
- 17) Gonzales, G., Gonzales, C. & Villegas, L. (2013) Exposure of fatty acids after a single oral administration of sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) and sunflower oil in Human adult Subjects. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 24(1), 60-69.
- 18) Gómez, M. & Gómez N. (2013). *Evaluación de la calidad de carne de pollo (Pectoralis major y Pectoralis minor) que se expende en la ciudad de San Juan de Pasto (Nariño)* (Tesis para titulación). Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89692.pdf>

- 19) Guamaní, S. (2018). *Efecto de la inclusión de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de ovinos sobre la fermentación ruminal y producción de gas in vitro.* (Tesis de pre grado) Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28426>
- 20) Guevara, J. (2009). *Enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sachá inchi* (Tesis Doctoral). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1634>
- 21) Gutiérrez, L., Rosada, L. & Jiménez A. (2011). Chemical composition of Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. *Grasas y Aceites*, 62(1), 76-83.
- 22) Henao, J. & Barreto, O. (2016). Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 7(1), 83-92.
- 23) Huo, W., Li, M., Wang, J., Wang, Z., Huang, Y. & Chen, W. (2019). On growth performance, nutrient digestibility, blood T lymphocyte subsets, and cardiac antioxidant status of broilers. *Animal Nutrition*, 5(1), 68–73.
- 24) Ipaguirre, K. (2019). *Contribución al estudio de la vida útil de los aceites de sachá inchi (*Plukenetia huayllabambana* y *P. volubilis*) microencapsulados y su importancia en la industria alimentaria* (Tesis de titulación). Recuperado de: <http://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/9337>
- 25) Instituto Nacional de Innovación Agraria (2013). *Manejo de Cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)*. (Folleto). Recuperado de

<http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/509/1/Trip->

[Cultivo Sacha Inchi.pdf](#)

- 26) Lawlor, J., Sheehan, Delahunty C., Morrissey P., & Kerry J. (2003). Oxidative stability of cooked breast burgers obtained from organic free-range and conventionally reared animals. *International Journal of Poultry Science*, 2 (6), 398-403.
- 27) León, J. (2019). *Respuesta fisiológica a nivel digestivo de los pollos de engorde alimentados con torta de Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)* (Tesis de titulación). Recuperada de: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1998/1/UNESUM-ECU-ING.AGROPE-2019-11.pdf>
- 28) López, S., Baucells, A. & Grashorn, M. (2001). n-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. *Poultry Science*, 80(6), 741-52.
- 29) López, K., Santa Cruz, C. & Gutiérrez, A. (2016). Perfil de proteínas de las semillas de "sacha inchi" (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana* bussmann, Téllez & Glenn). *The Biologist*, 14(1), 11-20.
- 30) Lucas, J., Icochea, E., Valdivida, R., Carcelén, F. & Guzmán, J. (2011). Efecto del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de reproductoras de pollos de engorde sobre el desempeño productivo de su progenie. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(4), 283-289.
- 31) Macedo, D. & Magallanes, S. (2009). *Efecto hipolipemiante del aceite de Plukenetia volubilis L. en ratas albinas con hiperlipidemia experimental inducida* (Tesis para titulación). Recuperado de:

<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2260/T->

[612.399-M12.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2260/T-612.399-M12.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- 32) Martínez, J., González, M., Miranda, L., Carrillo, S. & Castillo, R. (2016). Sustitución de aceite de soya por aceite de atún en la dieta pollos como alternativa para enriquecer la carne con ácidos grasos omega-3. *Interciencia*, 41(12), 851-856.
- 33) Maurer, N., Hatta-Sakoda, B., Pascual-Chagman, G. & Rodríguez-Saona, L. (2012). Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Food Chemistry*, 134 (2), 1173-1180
- 34) Mendoza, G., Sánchez, G., León, Z. & Loyaga, B. (2019). Effect of Dietary Sacha Inchi Pressed Cake as a Protein Source on Guinea Pig Carcass Yield and Meat Quality. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(11), 1021-1027
- 35) Ministerio de Agricultura y Riego (2019). *Boletín Estadístico Mensual de la Producción y comercialización de productos avícolas*.
- 36) Miranda, A. & Guerrero, C.(2015). Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Respuestas*, 20(2), 82-92.
- 37) Montenegro, J. (2019). *Influencia de sustitución de harina de pescado por torta de sacha inchi (Plukenetia volubilis) sobre los parámetros de crecimiento, composición bromatológica y características sensoriales de tilapia (Oreochromis niloticus) durante la fase de engorde* (Tesis de titulación). Recuperada de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3467/FIAI%20-%20Josu%C3%A9%20Marlo%20Montenegro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 38) Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de composición de alimentos*. Ediciones Pirámide (16ª ed.).
- 39) Muñoz, A., Alvarado, C., Castañeda, B., Lizaraso, F., Barnett, E., Cárdenas, L. & Manco, E. (2013). Estudio nutricional de *Plukenetia huayllabambana* sp. nov. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 47-56.
- 40) Niu, Z., Liu, F., Yan, Q., & Li, W. (2009). Effect of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *International Journal of Poultry Science*, 88 (10):2101-2107.
- 41) Osorio, J. & Flores, J. (2018). Comparación de lípidos sanguíneos entre pollos de engorde y gallinas ponedoras. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 65(1), 27-35.
- 42) Paucar, M., Salvador, R., Guillén, J., Capa, J. & Moreno, C. (2015). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 279-290.
- 43) Poorghasemi, M., Seidavi, A., Ahmad, A. & Qotbi, A. (2013). Influence of Dietary Fat Source on Growth Performance Responses and Carcass Traits of Broiler Chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 26(5), 705–710.
- 44) Ramos, F., Ponce, L., Barnett, E., Celi, L. & Ramos, M. (2016). Perfil de ácidos grasos de aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en comparación con otros aceites vírgenes comestibles. *Revista científica tecnológica Campus*, 21(21), 101-108.

- 45) Reátegui, R., Paredes, D. & Robles, R. (2015). Determinación del efecto del consumo de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) Sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne. *Research Gate*, 24(2), 131-138.
- 46) Rodeiro, I., Remeriz, D. & Flores, D. (2018). Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) powder: acute toxicity, 90 days oral toxicity study and micronucleus assay in rodents. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 6(1), 17-26.
- 47) Rodríguez, A., Corazon, M., Cachique, D., Mejía, K., Del Castillo, D., Renno, J. & García, C. (2010). Diferenciación morfológica y por ISSR (Inter simple sequence repeats) de especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) de la Amazonía peruana: propuesta de una nueva especie. *Revista Peruana de Biología*, 17 (3), 325-330.
- 48) Rueda, F., Domingo, J. & Mach, N. (2011). Efectos de los ácidos grasos omega 3 y otros suplementos alimenticios en procesos patológicos relacionados con la tercera edad. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 15(1), 20-29.
- 49) Sárraga, C., Carreras, I., García, J., Guàrdia, M. & Guerrero, L. (2006) Effects of alpha-tocopheryl acetate and beta-carotene dietary supplementation on the antioxidant enzymes, TBARS and sensory attributes of turkey meat. *British Poultry Science*, 47(6), 700-7.
- 50) Silva, N. (2018). *Efecto del aceite de sachá inchi (Plukenetia volubilis) sobre el nivel de omega-3 en huevos y respuesta bioeconómica en gallinas ponedoras* (Tesis para titulación). Recuperado de:
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4118/1/NILDA.SILVA_EFECTO.ACEITE.SACHA.INCHI_DATOS.pdf

- 51) Suzuki, H., Morikawa, Y. & Takahashi, H. (2001). Effect of DHA oil supplementation on intelligence and visual acuity in the elderly. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 88, 68-71.
- 52) Sihuayro, D. (2013). *Evaluación del rendimiento en la extracción del aceite de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.) del ecotipo predominante en el valle del río apurímac (ayacucho) y su caracterización físico-química y sensorial* (Tesis para titulación). Recuperado de:
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2954>
- 53) Valenzuela, A. & Nieto, S. (2003) ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena de pediatría*, 74 (2), 149-157.
- 54) Veloz, G. (2014). *Efecto de diferentes niveles de Plukenetia volubilis L. (Sachá inchi) en el engorde de Broilers* (Tesis para titulación). Recuperado de:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4290>
- 55) Wang, S., Zhu, F. & Kakuda, Y. (2018). Sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, 265(1), 316-328.
- 56) Zuidhoft, M., Betti, M., Korver, D., Hernandez, F., Schneider, B., Carney, V. & Renema, R. (2009). Omega-3-enriched broiler meat: 1. Optimization of a production system. *Poultry Science*, 88(5), 1108-1120.