

# Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)

## Resources and new options in the animal feeding: sachá inchi cake (*Plukenetia volubilis*)

### *Recursos e novas opções na alimentação animal: torta de sachá inchi (Plukenetia volubilis)*

<sup>1</sup>Juan Carlos Henao Zambrano & <sup>2</sup>Olga Teresa Barreto Cruz

<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista, Magister em Ciencia Animal.

<sup>2</sup>Médica Veterinaria Zootecnista, Magister en Zootecnia

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal. Universidad Cooperativa de Colombia. Ibagué, Tolima. Colombia.

<sup>2</sup>Producción Pecuaria. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Espinal, Tolima. Colombia.

<sup>1</sup>juan.henaoz@campusucc.edu.co,

<sup>2</sup>olgatbarreto@misena.edu.co

## Resumen

Dado el constante crecimiento demográfico a nivel mundial observado en el paso del tiempo, se ha percibido la necesidad de tener un esquema social donde la oferta de alimentos saludables sea constante y suficiente para solventar las insuficiencias existentes en la población humana. Ante esta situación, la eficiencia de los modelos pecuarios de producción animal se ha visto comprometida como consecuencia de la competencia de las especies animales por los recursos alimenticios que el hombre consume. Por tal motivo, la necesidad de reconocer y caracterizar nuevos alimentos que tengan potencial para su uso en la alimentación animal, se ha convertido en una prioridad y una responsabilidad de los países que poseen una gran biodiversidad. De la utilización de la semilla de la planta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para la producción de aceite, se ha generado un nuevo elemento que promete contribuir con la suplementación proteica en animales, ofreciendo

una alternativa viable para países tropicales con condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la especie.

**Palabras clave:** alimentos, aceite, caracterizar, prioridad, semilla

## Abstract

Given the steady population growth at the global level observed in the passage of time, there has been perceived the need to have a social scheme where the offer of healthy food is constant and sufficient to settle the existing insufficiencies in the human population. Before this situation, the efficiency of the cattle models of animal production has turned out to be awkward as a result of the competition of the animal species for the nutritive resources that the man consumes. For such a motive, the need to recognize and to characterize new food that they have

potential for its use in the animal feeding, has turned into a priority and a responsibility of the countries that possess a big biodiversity. Of the use of the seed of the plant of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) for the oil production, there has been generated a new element that he promises to contribute with the protein suplementación in animals, offering a viable alternative for tropical countries with favorable climatic conditions for the development of the species.

**Key-words:** food, oil, characterize, priority, seed

### Resumo

Devido ao constante crescimento demográfico no mundo, observado ao longo do tempo, foi percebida a necessidade de ter um esquema social onde a oferta dos alimentos saudáveis seja constante e suficiente para ajudar nas insuficiências que existem

na população humana. Perante essa situação, a eficiência dos modelos pecuários de produção animal tem sido comprometida como consequência da competência das espécies animais pelos recursos alimentares que o homem consume. Por esse motivo, a necessidade de reconhecer e caracterizar alimentos novos que sejam potenciais para seu uso na alimentação animal tem-se convertido na prioridade e responsabilidade dos países que possuem uma grande biodiversidade. Da utilização da semente da planta “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis*) para produção de óleo, há sido produzido também um novo elemento que promete contribuir com a suplementação proteica em animais, oferecendo uma alternativa viável para países tropicais com condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da espécie.

**Palavras-chave:** alimentos, óleo, caracterizar, prioridade, semente.

## Introducción

Las condiciones de seguridad alimentaria observadas alrededor del mundo han permitido entender que algunos países han mejorado en este aspecto, en tanto que, la realidad para otros donde el ingreso per cápita es reducido e influenciado directamente por las condiciones económicas globales y del comercio internacional, muestran un panorama desalentador (Harrison, 2002). Para el 2015 se reportaban aproximadamente 795 millones de personas subalimentadas en el mundo; 167 millones menos que lo reportado 10 años atrás y 216 millones menos que en 1990-92, siendo los países en desarrollo quienes mostraron el descenso más evidente, aun en función del crecimiento demográfico acelerado que se ha visto (FAO, FIDA y PMA, 2015).

Los alimentos funcionales, llamados también nutracéuticos, se han convertido en los últimos años en un elemento de gran interés para la alimentación, que se caracterizan por ofrecer beneficios nutricionales y terapéuticos a la salud humana. Algunos de estos aceites especiales acusan cantidades considerables de antioxidantes y ácidos grasos, además

de compuestos bioactivos (fosfolípidos y fitosteroles) con los efectos nutracéuticos deseados (Hernández, 2015). Sin embargo, cabe resaltar que, del procesamiento de algunos de estos alimentos funcionales, se generan co-productos con características que denotan potencialidades para su uso en nutrición animal.

La exigencia social por tener un modelo nutricional apropiado, ha exigido de los especialistas, el uso de alimentos que cumplan con las demandas nutricionales de la población; por tal motivo, es importante pensar que son necesarios también, recursos funcionales, novedosos y eficientes, que puedan ofrecer sus atributos para ser utilizados en la producción pecuaria.

### Exigencias nutricionales y alimentos en humanos

La población mundial siempre ha mostrado un crecimiento exponencial con el paso del tiempo. En proyecciones realizadas, se indicó que la población mundial mostrará un aumento de

aproximadamente un 50% para el año 2050 y que la gran mayoría de esa nueva población, estimada en cerca de tres mil millones de personas nacerá en países en vías de desarrollo. (Raskin *et al.*, 2006). Por lo anterior, se hace evidente la necesidad de ampliar la oferta de alimento y así cubrir la demanda generada a nivel global. El consumo de proteína se ha aumentado, en gran medida influenciado por factores como el constante crecimiento demográfico, la continua y creciente urbanización y el incremento del ingreso per cápita, Siendo que los países en desarrollo son los que presentaron el mayor incremento (OECD-FAO, 2015), lo que exige mejorar los indicadores productivos en la producción de alimento; involucrando los sectores agrícola y pecuario, que están estrechamente ligados a la premura por atender esta demanda. La calidad del alimento que se produce para alimentar a la población humana juega un papel fundamental, por encima de los hábitos que se tengan. Murakami & Livingstone (2016), estudiaron las asociaciones de comer frecuentemente, la frecuencia de comidas y la frecuencia de consumo de aperitivos con una dieta de alta calidad, encontrando que independientemente de la forma de consumo, están asociados a la calidad del alimento. En las últimas décadas del siglo XX ha quedado demostrada la importancia de un buen alimento y su impacto y positiva interrelación con la salud (Murakami & Livingstone, 2016), e incluso su influencia sobre personas de diferente género, encontrando respuestas diferentes, en función de su edad, estado fisiológico y ciclicidad ovárica, entre otros.

Hoy en día, el consumidor ha tomado la decisión de cambiar algunos de sus hábitos alimenticios, procurado mejorar su salud a través del consumo de alimentos que además de nutrirlo le ofrezcan beneficios, desde el punto de vista terapéutico. De acuerdo con Prasad, Gupta & Tyagi (2016) varios estudios han confirmado que personas con dietas ricas en frutas vegetales y tubérculos frescos, consideradas dietas antioxidantes, tienen un bajo riesgo de presentación de enfermedades crónicas, mortalidad y presencia de cáncer

hepático. La disminución en el riesgo de presentar enfermedades de tipo crónico está asociada al consumo de tomate, alimento rico en carotenoide licopeno; y en un experimento con ratones, al estimular la producción de malondialdehído, (indicador de la degradación oxidativa de la membrana en las células), se pudo observar una disminución del mismo, posterior a la administración de cacao. El concepto de alimentación, posee un nuevo enfoque donde además de ser contenedores de nutrientes, los alimentos deben garantizar la seguridad alimentaria, la inocuidad y sus efectos benéficos en la salud. Existe el interés de la comunidad médica por mejorar las condiciones de vida de las personas que experimentan procesos patológicos o de envejecimiento; experimentando con recursos biológicos que puedan ofrecer beneficios a la salud humana. Tal es el caso del hongo *Ganoderma lucidum*, reconocido como un hongo medicinal usado para mejorar las condiciones de salud y en el tratamiento de enfermedades infecciosas y crónicas (Bishop *et al.*, 2015).

Gupta & Prakash (2015), anotan que, las diez principales enfermedades responsables de alrededor de 50 millones de muertes en todo el mundo, son; la enfermedad isquémica del corazón (6,3 millones), accidentes cerebro-vasculares (4,4 millones), infección del tracto respiratorio inferior (4,3 millones), enfermedad diarreica (2,9 millones), desordenes perinatales (2,4 millones), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (2,2 millones), tuberculosis (2,0 millones), sarampión (1,1 millones) y cáncer de pulmón (0,9 millones) y sustentan que, en países desarrollados y en vías de desarrollo, la principal causante de esta situación es la enfermedad nutricional modificable. En función del desarrollo económico que presentan diversos países, además del interés en mejorar la calidad y el tiempo de vida en las diferentes comunidades, se ha notado un interés creciente en el tipo de alimentación en la población, estimulando el desarrollo de alimentos funcionales, los nutraceuticos y los alimentos con usos específicos en la salud en el mundo, siendo mayor en países con un sistema económico fuerte (Valenzuela, Valenzuela, Sanhueza & Morales, 2014).

### Qué son los nutraceuticos

Aunque siempre ha existido una controversia en relación a, si los nutraceuticos son alimentos o fármacos y si deben ser regulados (Bishop *et al.*, 2015), estos son definidos como alimentos que combinan el valor nutricional con beneficios en la salud, en donde esta condición se le atribuye a la presencia de metabolitos y elementos bio-activos de tipo natural en las plantas (Hoste *et al.*, 2015).

Alimentos que muestran en su composición un balance adecuado de ácidos grasos esenciales, se proyectan como alimentos funcionales que traen beneficios al organismo además de nutrirlo. Según Swanson, Block & Mousa (2012), los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA – AGPI), son grasas dietarias con una gran variedad de beneficios para la salud, con actividad antiinflamatoria, y de gran importancia para el tratamiento de varias enfermedades. Son componente importante de la membrana de las células y para el caso del ácido eicosapentanoico (EPA) y el ácido docosa-hexaenoico (DHA), es abundante en tejido cerebro y retina. Uno de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena corta es el ácido alfa-linolénico, encontrados en algunas plantas. Los EPA Y DHA, son considerados ácidos grasos altamente poliinsaturados, caracterizados por presentar 20 o más carbonos y 3 o más dobles enlaces, en su caso particular, su estructura química presenta 20 y 22 carbonos respectivamente (Flock, Harris & Kris-Etherton, 2013). Los efectos benéficos reportados en relación a la disminución generada en la producción de mediadores pro-inflamatorios como la reducción de radicales libres de oxígeno, entre otros (Rueda, Domingo & Mach, 2011), han permitido entender la relevancia de estos compuestos y sus efectos en la salud.

Los radicales libres son moléculas orgánicas o inorgánicas generalmente inestables. Existen los radicales libres primarios que son generados en los tejidos bajo condiciones de estrés oxidativo a nivel celular y que originan una cascada de radicales libres reactivos de tipo secundario, que

atacan el contenido el orgánico de los cúmulos celulares, mostrando primordial predilección por las proteínas allí contenidas. A partir de esta condición se conforman los peróxidos e hidroperóxidos semi-estables que dan inicio a un daño biológico (Gebicki, 2016). Se han documentado efectos deletéreos en el organismo que involucran el envejecimiento celular, consecuencia atribuida al estrés oxidativo, también causante de la presentación de enfermedades como el alzhéimer (Wojtunik-Kulesza, Oniszczyk, Oniszczyk & Waksmundzka-Hajnos, 2016) y el desarrollo de cáncer (Llacuna & Mach, 2012). Como respuesta a esta situación, se ha podido determinar que los ácidos grasos poliinsaturados como el omega 3 contrarrestan los efectos deletéreos de dichos radicales. De acuerdo con Caballero *et al.* (2006) en estudios de tipo clínico y epidemiológico donde se ha evaluado el efecto del consumo de aceites omega 3, fue observada una disminución en problemas cardiacos, reduciendo la mortalidad coronaria y por arritmias.

Después de ver esto, queda claro que es de suma importancia generar modelos adaptados de producción de alimento, direccionados por las necesidades del campo que los productores manifiestan y los conocimientos que necesitan ser aplicados al sector primario por el sector académico. La comunidad científica ha encaminado sus esfuerzos para comprender el papel de los factores inherentes al individuo, en términos de digestibilidad y desempeño animal y al alimento, como fuente de nutrientes que cubre las exigencias nutricionales de animales que requieren ser bien alimentados. No en vano, la visión de los investigadores ha evolucionado, modificando la ruta investigativa a seguir, para entender la interacción de estos dos componentes. El sector agropecuario ha estado siempre en el afán de encontrar recursos disponibles (productos y co-productos) que puedan ser utilizados en la alimentación animal, por sus cualidades nutricionales y el valor nutritivo que puedan ofrecer a un sistema productivo eficiente. Países tropicales,

ricos en recursos naturales, condiciones agroclimáticas y biodiversidad, tienen la oportunidad de una inmensa variedad de recursos vegetales disponibles (Sarukhán & Dirzo, 2013). Esta biodisponibilidad caracteriza dichos países como una cantera de valiosos materiales aún desconocidos, donde se puede encontrar una gran multiplicidad de elementos con muchos beneficios, a la espera de ser descubiertos, analizados e investigados, y que contribuirían con el desarrollo de los mismos. Pensando en esta situación y ante la necesidad de tener nuevos recursos alimenticios viables y útiles para la nutrición animal, los co-productos generados del procesamiento de alimentos son un recurso de gran interés para maximizar los costos de la producción.

#### **La torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)**

La semilla de la especie *Plukenetia volubilis*, también conocida como sachá inchi o maní peruano ha resultado muy atractiva por la riqueza de su aceite, lo que la convierte en una interesante opción nutricional, como alimento nutracéutico. De acuerdo con Chirinos *et al.* (2013), 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 dietaria de promotores fitoquímicos saludables.

Los ácidos grasos esenciales deben ser incluidos en la dieta, puesto que el organismo no consigue sintetizarlos. Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega 6 se generan a partir del ácido linoleico, el cual se puede encontrar en verduras, frutos (verdes y secos) y algunos cereales y aceites; a partir del mismo se producen los ácidos linoléico y araquidónico. El (AGPI) omega 3 se genera a partir del ácido alfa-linolénico, que da

origen a los ácidos eicosapentaenóico - EPA y docosahexaenóico - DHA. Las principales fuentes del ácido alfa-linolénico son las nueces y algunos aceites vegetales como los de linaza, colza, soja y lino (Caballero *et al.*, 2006). Ahora bien, durante el proceso de incorporación en la porción lipídica de la membrana celular, los ácidos grasos omega 3 y 6 compiten por su esterificación, motivo por el cual, el segundo puede contrarrestar los efectos benéficos del primero. A raíz de esta situación, se ha buscado establecer un balance dietario donde dicha intervención ofrezca un equilibrio entre los ácidos grasos, que se refleje en el equilibrio por el interés competitivo existente por los ácidos grasos poli-insaturados (Bibus & Lands, 2015).

El balance entre los antioxidantes que componen un alimento en particular, es una característica de gran valor para generar un impacto positivo y benéfico, para una población interesada en consumir siempre productos de alto valor nutritivo y terapéutico. El aceite de sachá inchi es un producto de gran valor nutracéutico, que ha despertado el interés de muchos por su composición fitoquímica y el balance de ácidos grasos omega 3 y 6 que presenta. Maurer, Hatta-Sakoda, Pascual-Chagman & Rodríguez-Saona (2012), buscando caracterizar el aceite de sachá inchi como fuente de omega 3, se encontró con que la concentración de ácidos grasos esenciales poliinsaturados omega 3, es de 44%, siendo inferior a otras especies como el aceite de linaza que presenta un 53%, pero con una proporción de aproximadamente el doble de los ácidos omega 6 presentes en él. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por Gutiérrez, Rosada & Jiménez (2011), donde se puede observar que la composición de ácidos grasos del aceite, es rica en ácido alfa-linolénico, con un 50,8% y en ácido alfa-linoleico con un 33,4%, además de otros ácidos como el oleico, palmítico y esteárico, que se encuentran en menores cantidades.

**Tabla 1.** Composición de Ácidos Grasos en Crudo y en Fracciones de Lípidos of Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) Oil<sup>a,b</sup>.

Fatty acid	Crude Oil	Neutral Lipids	Free Fatty Acids	Phospholipids
Fractions (%)	100	97,2±0,9a	1,2±0,7b	0,8±0,4c
C16:0 (Palmitic)	4,4±0,02a	4,4±0,02a	5,2±0,2b	26,9±0,5c
C18:0 (Stearic)	2,4±0,02a	2,3±0,15a	3,0±0,1b	11,7±0,3c
C18:1 n-9 (Oleic)	9,1±0,01a	9,1±0,04a	9,4±0,08b	9,6±1,5c
C18:2 (Linoleic)	33,4±0,04a	32,9±0,02b	32,3±0,1c	40,3±2,7d
C18:3 ( $\alpha$ -Linolenic)	50,8±0,03a	51,2±0,10b	50,1±0,1c	11,5±1,3d

<sup>a</sup>Values are means  $\pm$  standard deviations of duplicate determinations. <sup>b</sup>Means in the same row followed by the same letter are not significantly different by LSD test. Fuente: Gutiérrez *et al.* (2011).

Por todas las características antes descritas de la semilla y el aceite producido de la torta de sachá inchi, el mercado se ha visto enriquecido con productos generados de la semilla, como es el caso del aceite, la torta producida por la extracción del aceite y la semilla procesada en forma de nuez. De acuerdo con Willer, Yussefi & Sorensen (2010), los productos generados del procesamiento de la semilla de sachá inchi tienen también otros mercados además del nutracéutico, como es el caso de los cosméticos. Además de esto, como muchas otras especies, la *Plukenetia volubilis* viene ganando un espacio en los suelos que eran tradicionalmente usados en la producción agrícola donde, según estadísticas, la agricultura orgánica, que se ha desarrollado rápidamente, está disponible en 154 países alrededor del mundo.

Gonzalez-Aspajo, Belkhelfa, Haddioui-Hbabi, Bourdy & Deharo (2015) evaluaron el efecto bactericida del aceite de sachá inchi en la piel y su impacto sobre la línea celular de queratinocitos y el crecimiento y la capacidad de adherencia a la piel del *Staphylococcus aureus* (microorganismo asociado a muchas patologías de la piel como impétigo, foliulitis, la presencia de forúnculos y abscesos subcutáneos), encontrando que el producto es seguro en las células del tejido dérmico y eficiente en la adherencia del patógeno mencionado.

### Aspectos a tener en cuenta

Por su riqueza biológica hay un gran interés por parte de investigadores, productores y extensionistas en esta especie, no en tanto, el sector pecuario se proyecta como protagonista, proponiendo alternativas novedosas para el uso de uno de los productos generados en los procesos de extracción de aceite como lo es la torta de sachá inchi. La información generada hasta el momento es poca y existe un largo camino sobre su estudio y la comunidad académica es responsable de llenar esos vacíos. La composición de ácidos grasos contenidos en la semilla y la torta obtenida puede ofrecer en la nutrición animal más allá de una alta concentración de proteína un efecto benéfico en la salud. En trabajo realizado por Hurtado (2013), haciendo una evaluación de la semilla y la torta de sachá inchi de la especie *Plukenetia volubilis*, el perfil de aminoácidos obtenido en el análisis realizado permitió evidenciar la presencia de un importante grupo de aminoácidos, mostrados en la Tabla 2. Al ser comparados los valores obtenidos en este experimento, con el perfil de aminoácidos de otros alimentos, pudo concluirse que, de acuerdo a el contenido y la concentración de aminoácidos, la proteína determinada en el alimento, fue considerada de buena calidad, condición que mejora en función de la alta digestibilidad reportada (digestibilidad *in vitro* de 88.49 % para torta sin procesar y 88.49 % para torta calentada a 70°C por 2 horas).

**Tabla 2.** Perfil de Ácidos Grasos del Aceite de Sachá Inchi\*.

Ácido Graso	Presente estudio	Gutiérrez et al, 2011	Hamaker et al, 1992	Pascual et al, 2010	Follegati et al, 2009	Grasa Vegetal <sup>1</sup>			Grasa Animal <sup>2</sup>		
						Soya	Maní	Palma	Mantequilla	Grasa cerdo	
C16:0	Palmítico	4,2	4,4	4,5	5,61	4,24	9,4	9,3	8,7	25	25
C17:0	Margárico	0,091	NR	0			-	-	-	-	-
C18:0	Esteárico	2,89	2,3	3,2	2,23	2,5	-	-	-	10	50
C18:1	Oléico (ω9)	8,45	9,1	9,6	9,6	8,41	2,16	44,7	18,1	25	50
C18:2 n6	Linoléico (ω6)	35,3	33,4	36,8	36,99	34,08	55,2	35,8	2,9	5	6
C20:0	Araquidónico	0,08	NR	NR	NR	NR	-	-	-	-	-
C20:1	Eicosenoico	0,23	NR	NR	NR	NR	-	-	-	-	-
C18:3 n3	Linolénico (ω3)	47,7	50,8	45,2	43,75	50,41	9,4	-	-	-	-
C20:1	Gadoléico	0,23	NR	0	NR	0,16					

\* Composición en porcentaje.<sup>1</sup> (Romo S., 2006)<sup>2</sup> (Pariona N., 2008). Fuente: Hurtado (2013).

Ruiz, Díaz, Anaya & Rojas (2013), hicieron un estudio buscando determinar la composición bromatológica, el perfil de aminoácidos, el perfil de ácidos grasos y los factores antinutricionales de la semilla de sachá inchi de dos especies (*Plukenetia huayllabambana* y *Plukenetia volubilis*) y en la torta generada en el proceso de extracción del aceite de la semilla. Los resultados del experimento mostraron que la torta de las especies evaluadas tiene un porcentaje de proteína de 59% y 46% respectivamente; en tanto que, el perfil de ácidos grasos encontrado en la semilla y la torta de ambas especies, no mostró diferencias significativas entre ellos, destacando que el contenido de ácido linoleico (omega-6) fue mayor en *P. volubilis*, mientras que el ácido linolénico (omega-3) se encontró en una proporción mayor en *P. huayllabambana*. En relación a los factores antinutricionales, se anunció la presencia de taninos y saponinas en la torta. La presencia de factores antinutricionales en un alimento representa una limitante para su uso en la nutrición animal; sin embargo, las diferencias existentes en la fisiología digestiva de las especies domésticas de producción, ofrece nuevas alternativas para el uso del recurso alimenticio en cuestión.

Hurtado-Ramírez, Paredes-López & Robles-Huaynate (2015), midiendo el efecto de la inclusión de torta de sachá inchi en la dieta de aves de postura de la línea Hy Line Brown, encontraron una disminución del lumen de los espacios sinusoides de los hepatocitos, además de un efecto sobre los niveles de hematocrito y hemoglobina, evidenciando un efecto hepatotóxico en las aves estudiadas. Inga, López & Huaynate (2015) también lograron determinar un efecto hepatotóxico en pollos de la línea Cobb 500 por el consumo de dietas con inclusión de torta de sachá inchi. En ambos casos, los autores atribuyen la presentación de estas evidencias patológicas al efecto deletéreo de glucósidos u otros factores antinutricionales, presentes en el alimento. No obstante, Miranda-Gelvez & Guerrero-Alvarado (2015), evaluando el efecto de la torta de sachá inchi especie *Plukenetia volubilis*, en juveniles de tilapia roja, encontraron que con una sustitución de hasta el 10% de la harina de pescado en la dieta se mantiene el desempeño productivo, sugiriendo que con inclusiones del 20%, las deficiencias productivas reportadas son el resultado de una posible baja palatabilidad del alimento.

Haciendo un análisis de las razones por las cuales en los trabajos de desempeño animal donde fue utilizada la torta de sachá inchi, se puede evidenciar la fuerte influencia de los factores antinutricionales que posee el alimento. Para el caso de los taninos, son compuestos fenólicos de alto peso molecular, divididos en dos grandes grupos; los condensados y los hidrolizables. De Lima Júnior *et al.* (2010), en revisión bibliográfica sobre factores antinutricionales en rumiantes, mencionan los efectos deletéreos sobre la población bacteriana con relación a la asociación del tanino al substrato, haciéndolo indisponible; y, en consecuencia, el deficiente crecimiento microbiano y la diezmada producción de sus enzimas digestivas. Aunque se sabe que los taninos de alto peso molecular pueden formar complejos con celulosa, hemicelulosa entre otros compuestos, haciéndolos no disponibles para la población bacteriana, se ha evidenciado que en algunos casos el uso de taninos condensados no afectó el desempeño ni el balance de nitrógeno en ovinos. Szczechowiak *et al.* (2016) ensayaron una mezcla de taninos condensados y aceites de pescado y soya, en vacas para ver su efecto sobre la fermentación ruminal, la concentración de metano y la proporción de ácidos grasos en líquido ruminal y leche; encontrando que hubo un efecto inhibitorio en la producción de metano, pero sin efecto aditivo en la bio-hidrogenación, factor atribuido al efecto de los taninos y su posible interacción con los aceites utilizados.

Al hablar de las saponinas, son glucósidos de esteroides resultantes del metabolismo secundario de las plantas que buscan su protección a través de la destrucción de la membrana de las células, característica de gran importancia en la nutrición de rumiantes. Goel, Makkar & Becker (2008), pudieron determinar que la producción de metano, la producción de ácidos grasos volátiles no se vio afectada al evaluar diferentes fuentes de saponinas. Las saponinas son degradadas por la microbiota bacteriana del rumen en sapogeninas, que es un derivado (de Lima Júnior *et al.*, 2010). De acuerdo a la literatura consultada, hay elementos de juicio para pensar que la existencia de estos elementos en un recurso como la torta de sachá inchi representa un problema desde el punto de vista nutricional, y aunque de factores

antinutricionales hay una literatura bastante robusta, de la torta como tal hay muy poca información. La torta de sachá inchi es un producto que presenta incógnitas para la producción pecuaria a nivel nacional e internacional y por ello se hace necesario conocer sus bondades desarrollando trabajos de investigación que permitan conocer mejor su composición y por medio de ejercicios investigativos, generar informaciones acerca de su valor nutritivo para alimentación de rumiantes. Es importante pensar en que la optimización de los procesos en los sistemas de producción en el trópico, equivale a una optimización de los recursos existentes, algunos de ellos bastante afectados por la influencia de nuestra civilización.

## Conclusiones

Es generando un empalme de la información producida hasta el momento con los interrogantes generados a lo largo del tiempo, que recursos, hasta la fecha desconocidos por muchos, se pueden proyectar como valiosos elementos, que revelen los diferentes usos potenciales que puedan ofrecer, además de brindar diferentes alternativas para su uso en el sector pecuario, que ve en productos como la torta de sachá inchi, la oportunidad de volverse más eficiente.

De la utilización de la semilla de la planta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para la producción de aceite, se ha generado un nuevo elemento que promete contribuir con la suplementación proteica en animales, ofreciendo una alternativa viable para países tropicales con condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la especie.

## Literatura Citada

1. Bibus, D. & Lands, B. (2015). Balancing proportions of competing omega-3 and omega-6 highly unsaturated fatty acids (HUFA) in tissue lipids. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 99, 19-23.
2. Bishop, K. S., Kao, C. H., Xu, Y., Glucina, M. P., Paterson, R. R. M. & Ferguson, L. R. (2015). From 2000 years of *Ganoderma lucidum* to recent developments in nutraceuticals. *Phytochemistry*, 114, 56-65.



3. Caballero, R., Gómez, R., Núñez, L., Vaquero, M., Tarmargo, J. & Delpón, E. (2006). Farmacología de los ácidos grasos omega-3. *Revista Española de Cardiología Suplementos*, 6(4), 3-19.
4. Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi, R., Mignolet, E., Larondelle, Y. & Campos, D. (2013). Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*): a seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food chemistry*, 141(3), 1732-1739.
5. de Lima Júnior, D. M., Monteiro, P. D. B. S., do Nascimento Rangel, A. H., do Vale Maciel, M., Oliveira, S. E. O. & Freire, D. A. (2010). Fatores anti-nutricionais para ruminantes. *Acta Veterinaria Brasilica*, 4(3), 132-143.
6. Flock, M. R., Harris, W. S. & Kris-Etherton, P. M. (2013). Long-chain omega-3 fatty acids: time to establish a dietary reference intake. *Nutrition reviews*, 71(10), 692-707.
7. FAO, FIDA y PMA. (2015). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/3/aa5ef7f6-edc8-4423-aae3-88bf73b3c77c/i4646s.pdf>
8. Gebicki, J. M. (2016). Oxidative stress, free radicals and protein peroxides. *Archives of biochemistry and biophysics*, 595, 33-39.
9. Goel, G., Makkar, H. P. S. & Becker, K. (2008). Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin rich fractions from different plant materials. *Journal of Applied Microbiology*, 105(3), 770-777.
10. Gonzalez-Aspajo, G., Belkhef, H., Haddioui-Hbabi, L., Bourdy, G. & Deharo, E. (2015). Sachá Inchi Oil (*Plukenetia volubilis* L.), effect on adherence of *Staphylococcus aureus* to human skin explant and keratinocytes in vitro. *Journal of ethnopharmacology*, 171, 330-334.
11. Gupta, C. & Prakash, D. (2015). Nutraceuticals for geriatrics. *Journal of traditional and complementary medicine*, 5(1), 5-14.
12. Gutiérrez, L. F., Rosada, L. M. & Jiménez, Á. (2011). Chemical composition of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. *Grasas y aceites*, 62(1), 76-83.
13. Harrison, P. (2002). Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Dirección de Información de la FAO.
14. Hernández, E. M. (2015). Specialty Oils: Functional and Nutraceutical Properties. *Functional Dietary Lipids: Food Formulation, Consumer Issues and Innovation for Health*, 69.
15. Hoste, H., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Mueller-Harvey, I., Sotiraki, S., Louvandini, ... & Terrill, T. H. (2015). Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites. *Veterinary parasitology*, 212(1), 5-17.
16. Hurtado, O. (2013). *Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de sachá inchi (Plukenetia volubilis) cultivada en Colombia*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrados Palmira, Colombia.
17. Hurtado-Ramírez, L., Paredes-López, D. & Robles-Huaynate, R. (2015). Efecto de la torta de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el perfil bioquímico sanguíneo e histopatología del hígado de aves de postura. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 4(1), 60-66.
18. Inga, R. R., López, D. P. & Huaynate, R. R. (2015). Determinación del efecto del consumo de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne. *Folia Amazónica*, 24(2), 31-38.
19. Llacuna, L. & Mach, N. (2012). Papel de los antioxidantes en la prevención del cáncer. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 16(1), 16-24.
20. Maurer, N. E., Hatta-Sakoda, B., Pascual-Chagman, G. & Rodríguez-Saona, L. E. (2012). Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Food chemistry*, 134(2), 1173-1180.
21. Miranda-Gelvez, R. A. & Guerrero-Alvarado, C. E. (2015). Efecto de la torta de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *Respuestas*, 20(2), 83-94.
22. Murakami, K. & Livingstone, M. B. E. (2016). Associations between Meal and Snack Frequency and Diet Quality in US Adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2012. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*.
23. OECD/FAO (2015), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015, OECD Publishing, París. DOI: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2015-es](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-es).
24. Prasad, S., Gupta, S. C. & Tyagi, A. K. (2016). Reactive oxygen species (ROS) and cancer: Role of antioxidative nutraceuticals. *Cancer letters*.
25. Raskin, P., Banuri, T., Gallopín, G. C., Gutman, P., Hammond, A., Kates, R. & Swart, R. (2006). La gran transición: la promesa y la atracción del futuro.
26. Rueda, F., Domingo, J. C. & 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.
27. Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J. & Rojas, R. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 29-36.
28. Sarukhán, J. & Dirzo, R. (2001). Biodiversity-rich countries. *Encyclopedia of biodiversity*, 1, 419-436.

29. Swanson, D., Block, R. & Mousa, S. A. (2012). Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 3(1), 1-7.
30. Szczechowiak, J., Szumacher-Strabel, M., El-Sherbiny, M., Pers-Kamczyc, E., Pawlak, P. & Cieslak, A. (2016). Rumen fermentation, methane concentration and fatty acid proportion in the rumen and milk of dairy cows fed condensed tannin and/or fish-soybean oils blend. *Animal Feed Science and Technology*, 216, 93-107.
31. Valenzuela, A., Valenzuela, R., Sanhueza, J. & Morales, G. (2014). Alimentos funcionales, nutraceuticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? *Revista chilena de nutrición*, 41(2), 198-204.
32. Wojtunik-Kulesza, K. A., Oniszczyk, A., Oniszczyk, T. & Waksmundzka-Hajnos, M. (2016). The influence of common free radicals and antioxidants on development of Alzheimer's disease. *Biomedicine y Pharmacotherapy*, 78, 39-49.
33. Willer, H., Yussefi, M. & Sorensen, N. (2010). *The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2008*. Earthscan.

#### **Conflicto de Intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

**Recibido:** 18 de agosto de 2015

**Aceptado:** 28 de septiembre de 2015