



Área: Pecuaria

Fecha de recibido: 24/08/2022

Fecha de aceptado: 04/10/2022

DOI: 10.22490/26653176.6145



EFFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE LA TORTA DE PALMISTE EN LA DIETA DE BOVINOS SOBRE EL METABOLISMO RUMINAL, COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE Y CARNE PRODUCIDAS POR ESTA ESPECIE. UN BREVE PANORAMA

EFFECTS OF THE INCLUSION OF PALM KERNEL CAKE IN THE CATTLE DIET ON RUMINAL METABOLISM AND CHEMICAL COMPOSITION OF MILK AND MEAT PRODUCED BY THIS SPECIES. A BRIEF OVERVIEW

José Jobson da Silva Rosa
Estudiante de Zootecnia
Universidade Federal Rural da Amazônia
<https://orcid.org/0000-0002-0169-2606>
josejobsonrosa@gmail.com

Julián Andrés Castillo Vargas
Químico, MSc, DSc, Post-Doc
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Universidade Federal Rural da Amazônia
<https://orcid.org/0000-0001-5163-5127>
jfcav@gmail.com

Citación: Rosa, J. J. S., Vargas, J. A. C. (2022). Efectos de la inclusión de la torta de palmiste en la dieta de bovinos sobre el metabolismo ruminal y la composición química de la leche y la carne producidas por esta especie: un breve panorama. *Agricolae & Habitat*, 5(2), 63 – 87. <https://doi.org/10.22490/26653176.6145>



RESUMEN

Contextualización: la creciente producción de biodiesel está causando un aumento progresivo de los cultivos de palma de aceite en la región norte de Brasil, lo que está generando un gran volumen de residuos sólidos y líquidos que, de no ser controlados adecuadamente, pueden causar efectos negativos al medio ambiente. Uno de estos residuos, es la torta de palmiste (TP), subproducto usado en alimentación de bovinos en asociación con concentrados o forrajes como una forma de reducir los costos de alimentación animal. **Vacío de conocimiento:** se hace necesario el conocimiento de los efectos de la inclusión de la TP en la respuesta nutricional de bovinos, bien como en sus productos derivados, siendo estos, leche y carne. **Propósito:** el presente trabajo tuvo como objetivo revisar la literatura sobre el efecto de la inclusión de TP en la alimentación de bovinos sobre el metabolismo ruminal y la composición química de la leche y la carne de esta especie. **Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica, usando el protocolo PRISMA-P, que permitió la construcción de un banco de documentos con las principales referencias

con relación a los efectos de la inclusión de la TP en la respuesta nutricional de bovinos y la calidad composicional de leche y carne de estos. Como resultado, fueron seleccionados 36 estudios con informaciones relacionadas al objetivo de la revisión. **Resultados y conclusiones:** a partir de los estudios consultados, se observó que el consumo de materia seca no se ve comprometido hasta un nivel de inclusión de la TP de 18% en la dieta total. Adicionalmente, las digestibilidades de componentes nutricionales de este recurso fueron superiores al 60%, como también, la inclusión de TP en niveles inferiores a 21% de la dieta total, no alteró la calidad composicional básica de la leche (proteína, grasa, lactosa, sólidos totales y principales grupos de ácidos grasos) y de la carne (humedad, cenizas, grasa, proteína y pH final). De esta forma, siempre que su valor de mercado sea competitivo, la TP puede usarse como alimento para ganado lechero y de carne.

Palabras clave: Alimento alternativo animal; bovino; calidad de carne; calidad de leche; utilización de nutrientes.



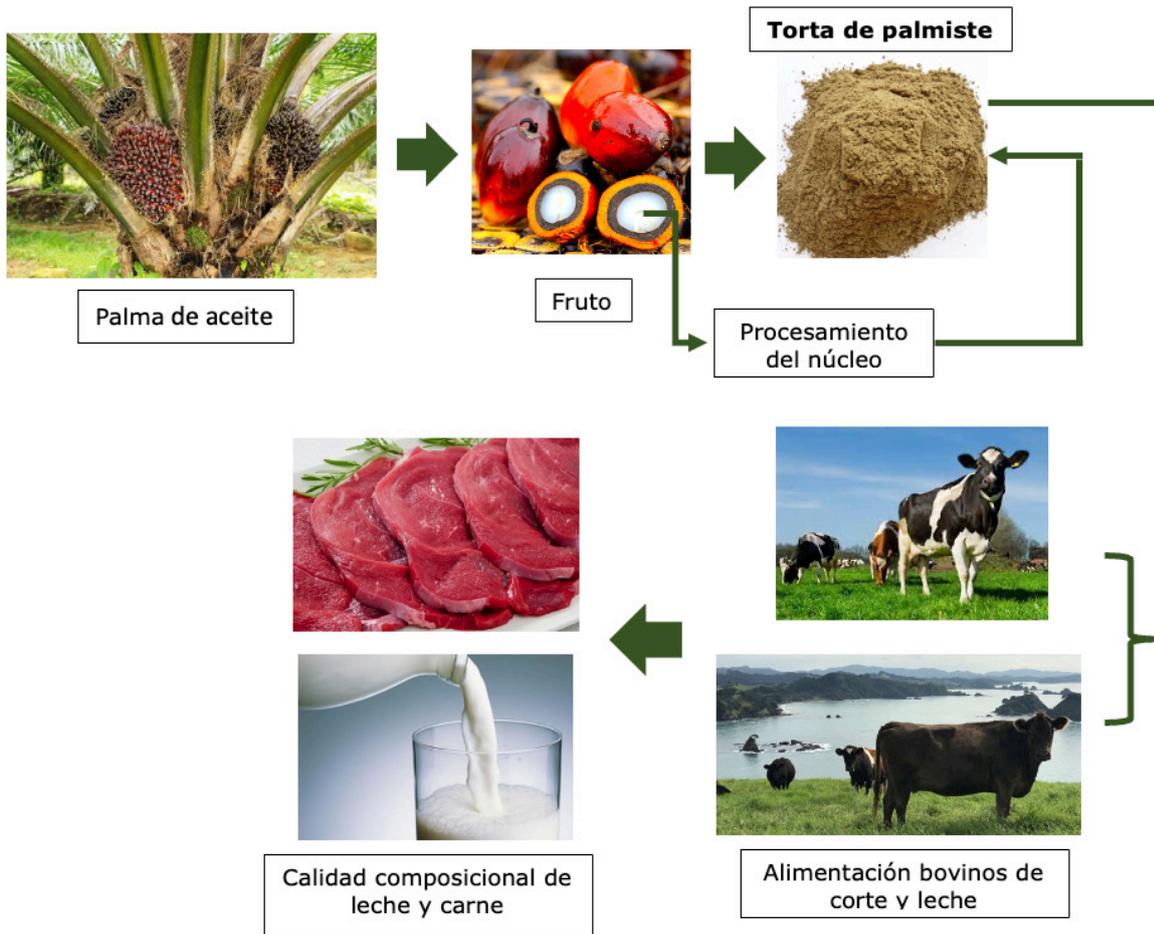
ABSTRACT

Contextualization: the growing production of biodiesel is causing a progressive increasing in oil palm crops in the northern region of Brazil, which is generating a large volume of solid and liquid waste that, if not properly controlled, can cause negative effects on the environment. One of these residues is the palm kernel cake (TP), a by-product used in cattle feed in association with concentrates or forages, as a strategy to reduce animal feeding costs. **Knowledge gap:** it is necessary to know the effects of the inclusion of TP on the nutritional response of cattle, as well as on chemical composition of its derived products, such as milk and meat. **Purpose:** the present study aimed to review the literature on the effect of the inclusion of TP in cattle feed on ruminal metabolism and the chemical composition of milk and meat of this species. **Methodology:** A literature review was carried out, using the PRISMA-P protocol, which allowed the construction of a document dataset with the main references

in relation to the effects of the inclusion of palm cake on the nutritional response of cattle and the compositional quality of milk and meat of this species. As a result, 36 studies were selected with information related to the objective of the review. **Results and conclusions:** From the evaluated studies, it was observed that the dry matter intake is not compromised up to a TP inclusion level of 18% in the total diet. Additionally, the digestibility of nutritional components of this by-product were higher than 60%, as well as the inclusion of TP at levels lower than 21% in the diet, did not alter the basic compositional quality of milk (protein, fat, lactose, total solids, and main groups of fatty acids) and meat (moisture, ash, fat, protein, and final pH). Therefore, if market value for TP remains competitive, this can be used as feed for dairy and beef cattle.

Keywords: Alternative animal feedstuffs; bovine; meat quality; milk quality; nutrient utilization.

RESUMEN GRÁFICO





1. INTRODUCCIÓN

La cadena de producción de aceite de palma (*Elaeis Guineans*, Jacq.) se está expandiendo en la región norte de Brasil; según datos suministrado por Santos et al. (2019), está siendo fomentada por el uso de aceite de palma extraído de esta oleaginosa como materia prima para la producción de biodiesel (combustible biodegradable sintetizado a partir de aceites vegetales). Sin embargo, según los mismos autores, el fomento de esta actividad conlleva un gran volumen de residuos sólidos y líquidos (subproductos), siendo necesario un destino adecuado que no cause daños al medio ambiente. Entre estos subproductos, se encuentra la torta de palmiste (TP), que se puede utilizar en la alimentación animal (Sousa et al, 2010).

La TP es un subproducto originado a partir de la extracción de aceite de las almendras de la fruta de palma aceitera; tiene alto contenido en fibra, contenido de proteínas alrededor del 14 al 15% y su materia orgánica, tiene digestibilidad entre el 50% y 60% (Furlan-Júnior, 2006). Estas características, sumadas a su bajo costo económico y abundancia, implican un potencial suplemento alimenticio animal (Costa et al., 2019). Por

lo tanto, el uso de TP cuando se asocia con otros alimentos (fibrosos y/o concentrados) puede ayudar a reducir sustancialmente los costos de alimentación animal, además de reducir la dependencia de los suministros convencionales, generalmente comercializados con valores altos (Rodrigues-Filho et al, 2001). Sin embargo, no existen trabajos compilando informaciones con relación a los potenciales efectos de la TP sobre parámetros ruminales como también, sobre la composición de leche y carne de bovinos.

Así, considerando que la inclusión de TP en la dieta de los rumiantes es económicamente ventajosa para los productores rurales (Oliveira et al, 2013), siendo esta utilizada habitualmente en la alimentación del ganado de carne y en la producción de leche (Alimon, 2004); la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo, presentar un breve panorama relativo al efecto de la inclusión de la TP en la alimentación bovina sobre el metabolismo ruminal y la composición química de la leche y la carne de esta especie, en el contexto brasileiro.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de información básica secundaria

Se llevó a cabo la construcción de un banco de documentos (artículos y tesis), reportando el uso de los subproductos de la palma de aceite, especialmente, la torta de palmiste, describiendo sus características fisicoquímica y nutricionales, así como su potencial uso en nutrición de rumiantes, específicamente de bovinos. Los documentos fueron seleccionados a partir de bases de datos reconocidas como Science Direct, PubMed y Google Scholar. Algunos términos empleados para estructurar la ecuación boreal de búsqueda fueron los siguientes: “bovino”, “palma”, “palmiste”, “composición nutricional torta de palmiste”, “calidad de carne”, “calidad de leche”, “rumen”, “subproducto”, “torta de palmiste”, “desempeño”. Después de su selección, los documentos fueron sistematizados haciendo uso del gestor bibliográfico Mendeley para su posterior clasificación y selección.

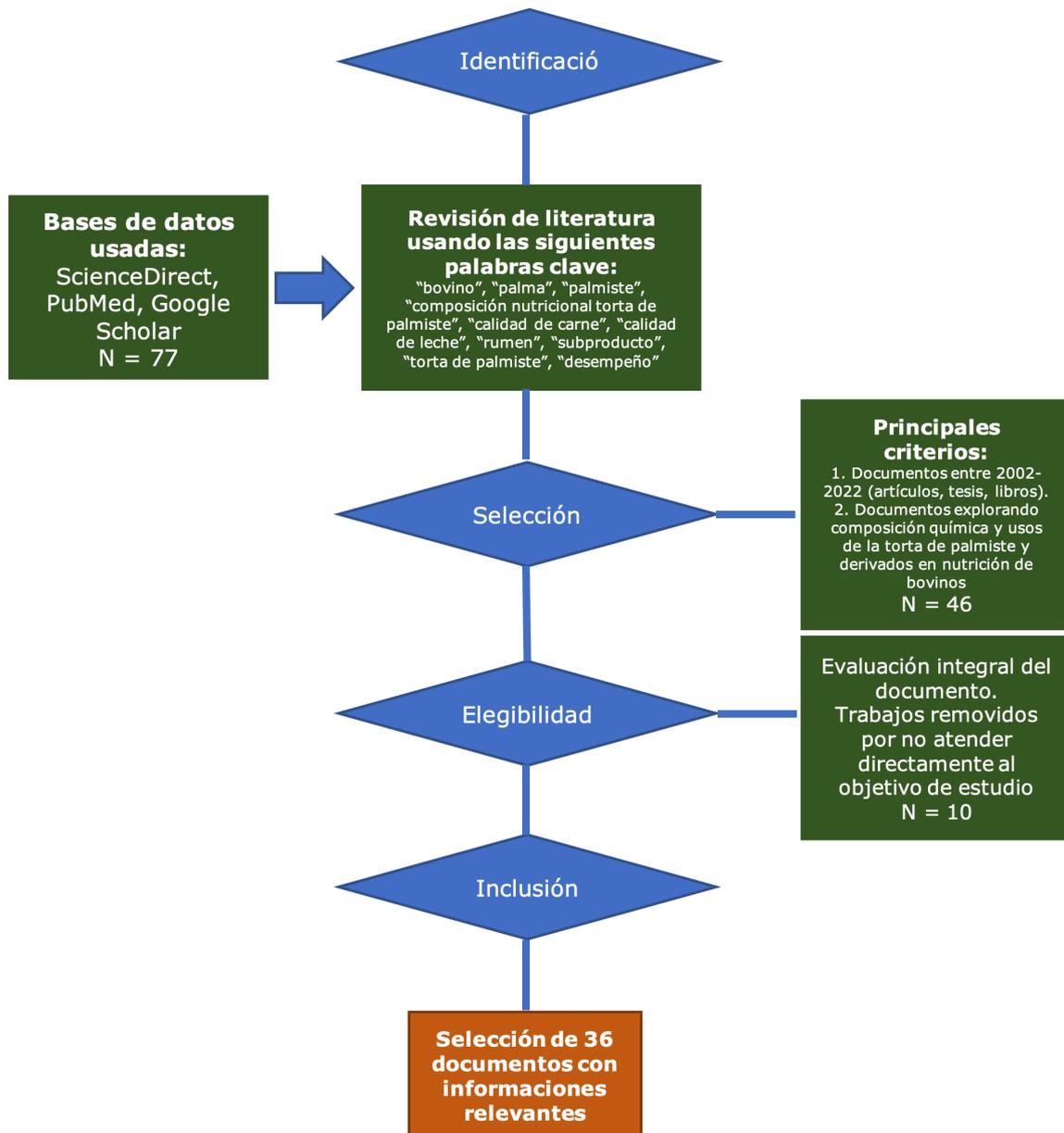
2.2 Criterios de inclusión y procesos de selección

Se realizó una selección cuidadosa de los documentos a ser incluidos en la

presente revisión con el fin de asegurar la calidad y pertinencia de las mismas. En las bases de datos consultadas y con base en el filtro realizado con base en el gestor bibliográfico Mendeley, fueron removidos aquellos documentos con títulos ajenos al objetivo de la revisión o que presentaban duplicidad en los títulos. La selección de los documentos fue llevada a cabo de acuerdo con el protocolo PRISMA-P (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis Protocols) (Liberati et al., 2009) con base en los siguientes criterios: i) estudios publicados en revistas físicas u online (artículos) o que correspondieron a tesis de pregrado y postgrado o libros de dominio público en idioma inglés, español o portugués en los últimos 20 años (2002 – 2022); ii) documentos que tenían por objeto, presentar la composición nutricional, química o física de subproductos de la torta de palmiste o sus derivados y que exhibían aspectos relacionados con la inclusión o uso en la nutrición de bovinos y la calidad de sus productos derivados. En este punto, se seleccionaron un total de 36 referencias bibliográficas para ser compiladas. La figura 1 expone el proceso de selección a modo de diagrama de flujo PRISMA-P.

● **FIGURA 1**

Diagrama de flujo para la revisión de literatura usando el protocolo PRISMA



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Generalidades de la palma de aceite y procesamiento de su fruto para obtención de productos y subproductos

La palma de aceite (ver figura 2), como se conoce a esta planta, se llama científicamente *Elaeis guineensis*, Jacq. y es, por lo tanto, una palmera de la clase de monocotiledóneas, incluida en el orden palmales y familia Arecaceae del género *elaeis*, palabra derivada del griego

que significa aceite (Pina, 2010). La palma de aceite se originó en la región del Golfo de Guinea ubicada en el oeste del continente africano y fue introducida en Brasil por esclavos en el Estado de Bahía con fines culinarios a finales del siglo XVI. Posteriormente, la palmera fue introducida en la región amazónica brasilera que a su vez, actualmente posee su mayor producción nacional (Venturieri et al., 2009).

● FIGURA 2

Ilustración botánica del fruto y árbol de palmiste y sus respectivas partes morfológicas y descripción de sus diferentes estados de desarrollo del fruto



Fuente: Adaptado de Wikipedia (2022). <https://commons.m.wikimedia.org>. CC BY 2.0

Según su mecanismo de fijación de CO₂, esta planta se encuentra clasificada como C3 y se adapta mejor a temperaturas entre 25 a 28°C y una luminosidad media de 120-180 h/mes (Silva, 2006). Presente en varios países de clima tropical, esta es la oleaginosa más productiva del mundo (Oliveira et al, 1997); puede alcanzar una altura de 15 m, posee raíces fasciculadas, estípites os-

curo y en bucle ausente de las ramas, mantiene su ciclo de producción de 25 a 30 años e inicia su producción en el tercer año, alcanzando su pico productivo durante el séptimo y octavo año (Semedo, 2006). El fruto de la palma (ver figura 3), se clasifica como drupa sésil con forma elipsoidal, peso que oscila entre 3 y 30 g de peso y 2 a 5 cm de longitud (Silva, 2006).

● FIGURA 3

Fruto de la palma de aceite



Fuente: Adaptado de IStock (2022). <https://www.istockphoto.com/br/fotos/palm-kernel-oil>. CC BY 2.0

Actualmente, la producción mundial de aceite de palma corresponde a 76948 megatoneladas (Mt); entre los mayores productores se destacan: Indonesia, Malasia y Tailandia con respectivamente 59, 25 y 4% de la producción mundial, respectivamente (USDA, 2022; tabla 1). En Suramérica, Colombia y Brasil se destacan como principales

productores, con un total de 1747 y 550 Mt de aceite de palma de aceite cada uno (USDA, 2022). En Brasil, el Estado de Pará se destaca como el mayor productor nacional de aceite con 816205 toneladas (t), seguido del Estado de Bahía con 13816 t, Amazonas con 6400 t y Roraima con una producción de 1180 t (BRASIL, 2017; tabla 1).

■ Tabla 1

Ranking de los mayores productores de aceite de palma en Brasil y en el mundo

Ranking de los mayores productores de aceite de palma del mundo

Clasificación	País	Pv. Absoluto (Mt)	Pv. Porcentaje (%)
1	Indonesia	44.500	59
2	Malasia	19.000	25
3	Tailandia	3.150	4
4	Colombia	1.747	2
10	Brasil	550	1

Mayores productores de Brasil (CENSO, 2017)

Clasificación	Estado	Pv. Absoluto (t)
1	Pará	816.205
2	Bahía	13.816
3	Amazona	6.400
4	Roraima	1.180

Nota: Megatoneladas (Mt); producción en valores (PV); toneladas (t);(C) Clasificación.

Fuente: USDA (2022); BRASIL (2017).

A partir de la planta, se producen dos tipos de aceites, el aceite de palma y palmiste que se extraen respectivamente del mesocarpio (pulpa de fruta) y de la almendra del fruto (Martins, 2016). Los aceites vegetales se obtienen a partir de la extracción de moléculas de triacilglicerol (aceites) del interior de las células vegetales del fruto; el aceite puede extraerse mediante solventes químicos, aunque el residuo resultante de este proceso no presenta buena palatabilidad para los animales; por otro lado, mediante el prensado mecánico que consiste en la extracción de aceite del mesocarpio, se hace uso de una prensa continua (Sousa et al., 2010).

Posteriormente, las nueces se rompen y la almendra se separa del resto de la semilla; luego la almendra se muele, se calienta y se presiona de nuevo dando como resultado la TP (Rodrigues-Filho et al., 2001; figura 4). Un racimo de la fruta produce alrededor del 22% de aceite de pulpa y un 3% de palmiste; posterior a la extracción del palmiste, se genera un residuo que consiste en una pulpa seca, el cual posee un potencial de aplicación como fertilizante o ingrediente en alimentación animal (Costa et al., 2011).

● FIGURA 4

Torta de palmiste como producto del procesamiento del fruto de la palma de aceite



Fuente: Adaptado de Aboissa (2022).

https://www.aboissa.com.br/pt/industrias/produtos/palm_kernel_cake. CC BY 2.0.

3.2 Composición química proximal básica y composición de ácidos grasos de la torta de palmiste

Al igual que el gluten de maíz y el salvado de arroz, la composición químico-bromatológica de la TP varía en términos del método de extracción del aceite (Costa et al., 2011). Tiene un alto contenido de fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA), así como también un alto con-

tenido energético, además de presentar bajo contenido de proteína cruda (PC), pero de alta calidad debido a su alto contenido en metionina (Alimon y Mohamed, 2012). La alta cantidad residual de aceite presente en la TP la convierte en un sustituto satisfactorio y económicamente viable para alimentos de alta energía como el maíz (Wallace, 2010). Además, la TP tiene características compatibles con un alimento fibroso, pero su inclusión en la alimentación de rumiantes tiene como principal limitación la baja ingesta de alimentos, lo que puede limitar su incorporación dietética a niveles altos (Bringel et al., 2011).

De acuerdo con lo reportado en la literatura (ver tabla 2), la TP varía su contenido en materia seca (MS) entre 91.87 y 96.69%, PC entre 13.15 y 16.01%, FDN entre 63.53 y 71.67%, FDA entre 40.12 y 56.02%, materia mineral (MM) entre 3.13 y 3.58% y extracto etéreo (EE) entre 10.78 y 12.57% (Bringel et al., 2011; Correia et al., 2012; Maciel et al., 2012; Pimentel et al., 2015; Visoná-Oliveira et al., 2015). La variación en la composición de la TP se constituye en un limitante de su uso en la formulación de dietas, debido a que esto dificulta el uso de valores medios representativos en dicho proceso; esta variación se debe a la diferenciación de los procesos de extracción del fruto de la palma (Rodrigues-Filho et al., 1998).

■ Tabla 2

Resultados de los análisis de la composición química bromatológica de la torta de palmiste encontrados en la literatura revisada

Fuente	MS	PB	FDN	FDA	MM	EE
Bringel et al. (2011)	91.87	13.97	64.09	56.02	3.53	10.78
Correia et al. (2012)	96.69	13.15	69.63	40.12	5.58	11.18
Maciel (2012)	92.54	15.46	71.67	44.14	-	10.86
Pimentel et al. (2015)	92.25	14.34	65.63	46.42	3.13	10.56
Visoná-Oliveira et al. (2015)	94.48	16.01	63.53	41.19	-	12.57
Promedio	93.57	14.59	67.76	45.58	4,08	11.19
Coefficiente de variación (%)	2.15	7.89	5.17	13.9	32.2	7.17

Materia seca (DM); extracto etéreo (EE); proteína cruda (CP); fibra detergente neutro (FDN); fibra detergente ácido (FDA); materia mineral (MM).

De acuerdo con lo reportado por Alimon y Mohamed (2012), la TP tiene un contenido de MM considerable en su composición, con niveles de calcio (Ca) entre 0.21-0.34% y de fósforo (P) entre 0.48-0.71%. Sin embargo, los autores señalan que la relación calcio/fósforo es considerablemente baja, siendo necesario suplementar con Ca las dietas basadas en TP. Los otros minerales (Mg, S, K, Zn, Fe, Se, Mo y Mn) presentes en la TP se encuentran dentro de un nivel aceptable para la alimentación animal, excepto para los contenidos de Cu que se consideran altos para algunas especies de rumiantes (Alimon, 2004; Alimon y Mohamed, 2012).

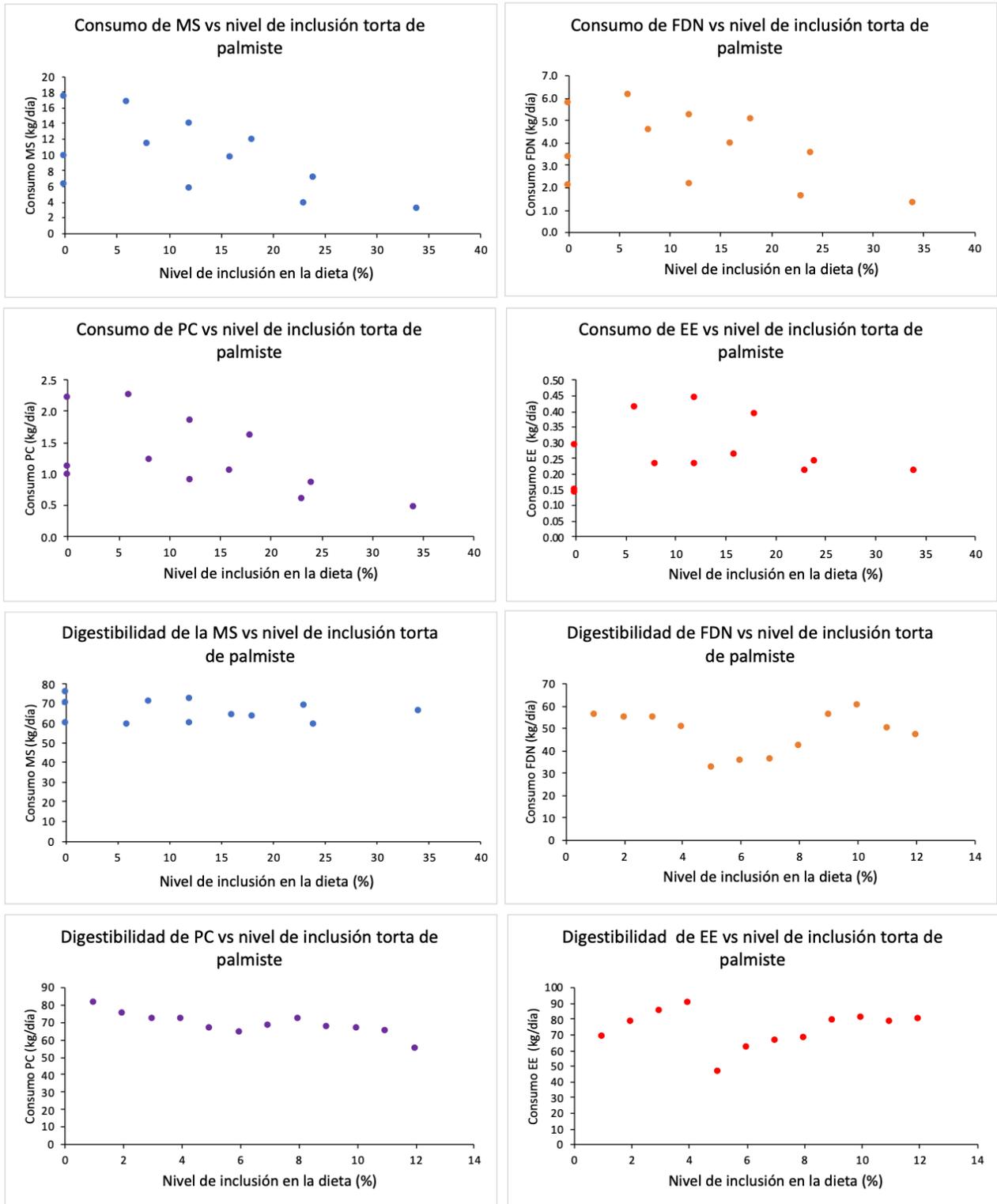
3.3 Efectos de la inclusión de la torta de palmiste en la dieta de bovinos sobre su respuesta nutricional y calidad composicional de derivados

3.3.1 Metabolismo ruminal y parámetros fisiológicos

Las tortas derivadas de los biocombustibles tienen un alto contenido de EE, de tal forma que cuando se incluyen en la alimentación animal en lugar de los alimentos convencionales, pueden influir en la digestibilidad de los nutrientes, la actividad de la microbiota ruminal y el consumo de bovinos (Correia et al. 2011). Como resultado, diferentes respuestas nutricionales son observadas cuando la torta de palmiste es incluida en la dieta de bovinos (Figura 5).

● FIGURA 5

Efectos de la inclusión dietaria de la torta de palmiste sobre la respuesta nutricional (consumo y digestibilidad de MS y nutrientes (PC, FDN y EE) de bovinos



Nota: MS = materia seca; PC = proteína cruda; FDN = fibra en detergente neutro; EE = extracto etéreo. Figura construida por los autores, usando los datos de Maciel et al. (2012), Martins (2016) y Santos et al. (2019).

Evaluando las respuestas de la inclusión de TP sobre el consumo y digestibilidad aparente de las dietas y el rendimiento de las novillas lecheras, Maciel et al. (2012), obtuvieron un resultado lineal decreciente para la ingesta de MS a medida que la TP se incorporó a la dieta de las novillas jóvenes a partir del nivel del 11,9% de la dieta total. Según los autores, los factores que potencialmente causaron una reducción en el consumo de MS fueron: los altos contenidos de lignina de la TP, la concentración y calidad de la proteína presente principalmente en la forma de nitrógeno insoluble detergente neutro (NIDN) y nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA), sumado al tipo de aceite (rico en los ácidos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0)) presente en la composición de TP.

Por su parte, Martins et al. (2016), estudiando diferentes niveles de inclusión de TP en la alimentación de vacas lactantes confinadas, con el fin de evaluar los parámetros de eficiencia alimenticia y masticación merérica de estos animales, observaron que el tiempo promedio de masticación total (conjunto de actividades de masticación; alimentación y rumiación) no se ve comprometido con el nivel de inclusión de la TP en la MS hasta en un 18% en la dieta total. En con-

clusión, la masticación merérica de las vacas no se altera y la mayoría de los parámetros de eficiencia alimenticia no se ven comprometidos hasta este nivel de inclusión de TP. Paralelamente, Maciel et al. (2012), evaluando el efecto de la inclusión de TP actuando sobre el consumo y digestibilidad aparente de las dietas y el rendimiento de novillas lecheras, observó que la MS, PC y FDN sufrieron una reducción en su digestibilidad aparente mientras que la digestibilidad del EE aumentó con el incremento concomitante de los niveles de TP.

Complementariamente, Santos et al., (2019), evaluando diferentes niveles de inclusión de TP en dietas para vacas de descarte terminadas en confinamiento, observaron que los coeficientes de digestibilidad de MS, PC y FDN corregido para cenizas y proteína, alcanzaron un valor máximo en el respectivo nivel de inclusión de TP de 8% en la dieta total. Según los autores, el coeficiente de digestibilidad de EE no fue influenciado por la incorporación de TP alcanzando un promedio de 79.89%, mientras que los carbohidratos no fibrosos corregidos por cenizas y proteínas (CNFcp) fueron influenciados presentando respuesta cuadrática con un valor mínimo a nivel de 16% de TP. Además, según los autores, los nutrientes digestibles totales (NDT) sufrieron un efecto lineal decreciente, de modo que por cada 1% de inclusión de TP, hubo una disminución del 0,1934% de NDT.

Estudiando la degradabilidad *in situ* de concentrados y subproductos agroin-

dustriales, Carvalho et al. (2009), encontró que la FDN y FDA en la TP presentaron una degradación potencial (DP) de 58.74% y 65.08%, respectivamente. En cuanto a la DP de la MS y PC de la TP, estas fueron de 76,87% y 96,40%, respectivamente. Adicionalmente, según Carvalho et al. (2009), el bajo costo de la TP y su potencial de degradabilidad de la PC y MS, sugieren que este subproducto es una opción que proporciona una disponibilidad rápida y abundante de nutrientes para el sistema ruminal.

Con el objetivo de evaluar el consumo, digestibilidad y pH ruminal de novillos alimentados con dietas conteniendo tortas oriundas de biocombustibles (TP, maní y girasol) en reemplazo de harina de soya, Correia et al. (2012), encontraron que los valores de pH no diferían entre las dietas que contenían las diferentes tortas en estudio. Sin embargo, los autores señalan que el valor de pH ruminal disminuyó linealmente dentro del período de 6 h después de la alimentación de los animales con las diferentes dietas, probablemente debido a la intensificación del proceso postprandial y, en consecuencia, al aumento de las concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV). Según los autores, debido a la lenta tasa de fermentación de los carbohidratos fibrosos, los valores de pH postprandial variaron en rangos considerablemente altos entre

6.76 y 7.33, debido a la mayor cantidad de carbohidratos de difícil degradación encontrados en la fuente fibrosa, llegando a la conclusión de que el valor mínimo de pH observado en el estudio de 6.76, no comprometió la digestión ruminal de la fibra.

Finalmente, Silva et al. (2013), tratando de estimar el mejor nivel de inclusión de TP en el suplemento concentrado de bovinos en lactación, identificó que, con el aumento de su inclusión, la energía disponible para la lactancia y el consumo de energía líquida disminuyeron linealmente. Adicionalmente, los autores encontraron que, aunque el balance energético fue positivo, este se correlacionó negativamente con los niveles de inclusión de TP evaluados en este estudio, concluyendo que el mejor nivel de TP en la dieta de las vacas lecheras es de cero.

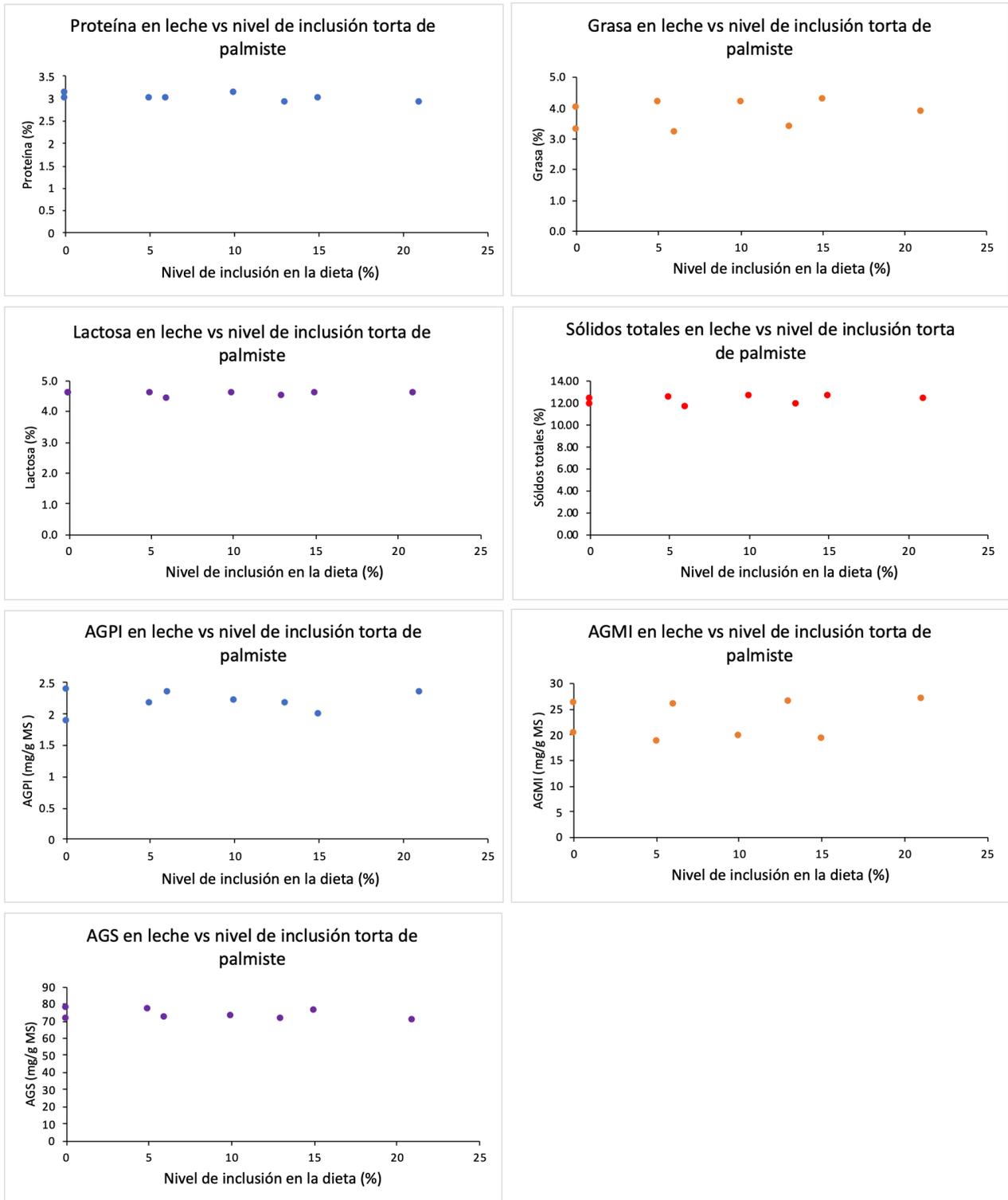
3.3.2 Calidad composicional de derivados (leche y carne)

3.3.1 Calidad de leche

En la presente sección, se relacionan los principales estudios evaluando los efectos de la inclusión de TP en la composición de leche y carne. Con respecto a calidad de leche, se observa que la inclusión de TP en la dieta de vacas lecheras, no influencia significativamente la misma (ver figura 6).

● **FIGURA 6**

Efectos de la inclusión dietaria de la torta de palmiste sobre la calidad de leche de bovinos



Nota: MS = materia seca; AGPI = ácidos grasos poliinsaturados; AGMI = ácidos grasos monoinsaturados; AGS = ácidos grasos saturados. Figura construida por los autores, usando los datos de Olivera et al. (2015) y Pimentel et al. (2016; 2018).

Haciendo una evaluación del efecto de la inclusión de TP en la dieta de las vacas lecheras, Cunha et al. (2012), observaron que la inclusión de TP causó una reducción lineal de la producción de leche, y observaron que por cada 1% de TP agregado a la dieta de vacas lactantes, resulta en una reducción de 50 g de leche por día. En cuanto a la composición de la leche, los autores informan que la inclusión de TP no alteró el porcentaje de grasa, lactosa y sólidos totales de la misma, que promediaron 3.15, 4.70 y 12.05%, respectivamente.

Complementariamente, los mismos autores, Cunha et al. (2012), exponen que el contenido de proteína de la leche disminuyó linealmente, en lo que por cada 1% de TP incluido en la dieta de las vacas, este generó una caída del 0.01% en el contenido de proteína; una tendencia similar se observó para los valores del contenido de extracto seco desengrasado. Otro efecto observado resultante de la inclusión de TP en la composición de la leche, según los autores, fue el aumento lineal de nitrógeno ureico en la leche (NUL), en el que por cada 1% de TP aumentado en la alimentación de estos animales resultó en un aumento de 0.18 mg/dl de NUL.

Por otro lado, Pimentel et al. (2018), evaluando el desempeño, digestibili-

dad y consumo de vacas lactantes de raza mixta, obtuvieron resultados diferentes a los encontrados por Cunha et al. (2012). Según Pimentel et al. (2018) la inclusión de 150 g de TP no afectó significativamente el contenido de proteínas en la leche, sólidos desengrasados, lactosa y sólidos totales. Según los autores, solo el contenido de grasa fue influenciado por la inclusión de TP y se notó que cada 1% de TP agregado en la dieta proporcionó un aumento de 0.101 g de la unidad. En conclusión, el desempeño de vacas lecheras confinadas y la composición de la leche no es influenciado por la inclusión de TP hasta el 15%.

Estudiando el perfil de ácidos grasos de la leche de vacas alimentadas con TP, Pimentel et al. (2016) observaron que la TP cuando se incorporó en la dieta de estos animales provocó un aumento de las concentraciones de ácidos grasos cadena media, tales como el C12:0 y C14:0. Según los autores, cada unidad del subproducto resultó en un aumento de 0.835 mg/g de C12:0 y 0.668 mg.g⁻¹ de C14:0. En el mismo experimento, los autores notaron un efecto lineal decreciente para los niveles de concentración del ácido pentadecanoico (C15:0) con una disminución de 1.33 por cada unidad de TP.

Oliveira et al. (2016), comparando la composición química y el perfil de ácidos grasos (AG) de la leche de vacas suplementada con tortas de semillas oleaginosas prensadas, observaron que la TP promueve un aumento de la concentración de ácido oleico (C18:1-cis-9) en

la leche, siendo este aumento es deseable, dado que este tipo de AG es hipocolesterolémico. Además de aumentar los niveles de ácido linoleico conjugado (C18:2-cis-9, trans-11; CLA); por lo tanto, estos autores concluyeron que las vacas alimentadas con TP pueden producir leche con efectos potencialmente benéficos para la salud humana, principalmente debido a las propiedades antioxidantes (Morvaridzadeh et al., 2022), bien como benéficas para el sistema inmunológico, como contra enfermedades cardíacas y ciertos tipos de cáncer (Fuke and Nornberg, 2016), todas propias del CLA.

Con el objetivo de determinar el mejor nivel de inclusión de TP en la dieta de vacas lecheras en pastoreo, Oliveira et al (2016), observaron que cuando se agregó TP a la dieta de estos animales no causó cambios en la producción de leche, composición química y contenido total de grasa de leche y queso fresco. Sin embargo, según los autores, la TP alteró negativamente el perfil de AG ya que aumentó los niveles porcentuales de C12:0 y ácido tridecanóico (C13:0), los cuales no son benéficos para la salud humana, mismo que estos no influyen en el índice de aterogenicidad (índice que relaciona trastornos cardiovasculares influidos por el perfil de ácidos grasos) (Silva et al., 2020). De esta forma, los autores concluyeron que la inclusión de TP hasta el nivel del 75% en el suplemento de vacas lecheras es una alternativa económicamente viable.

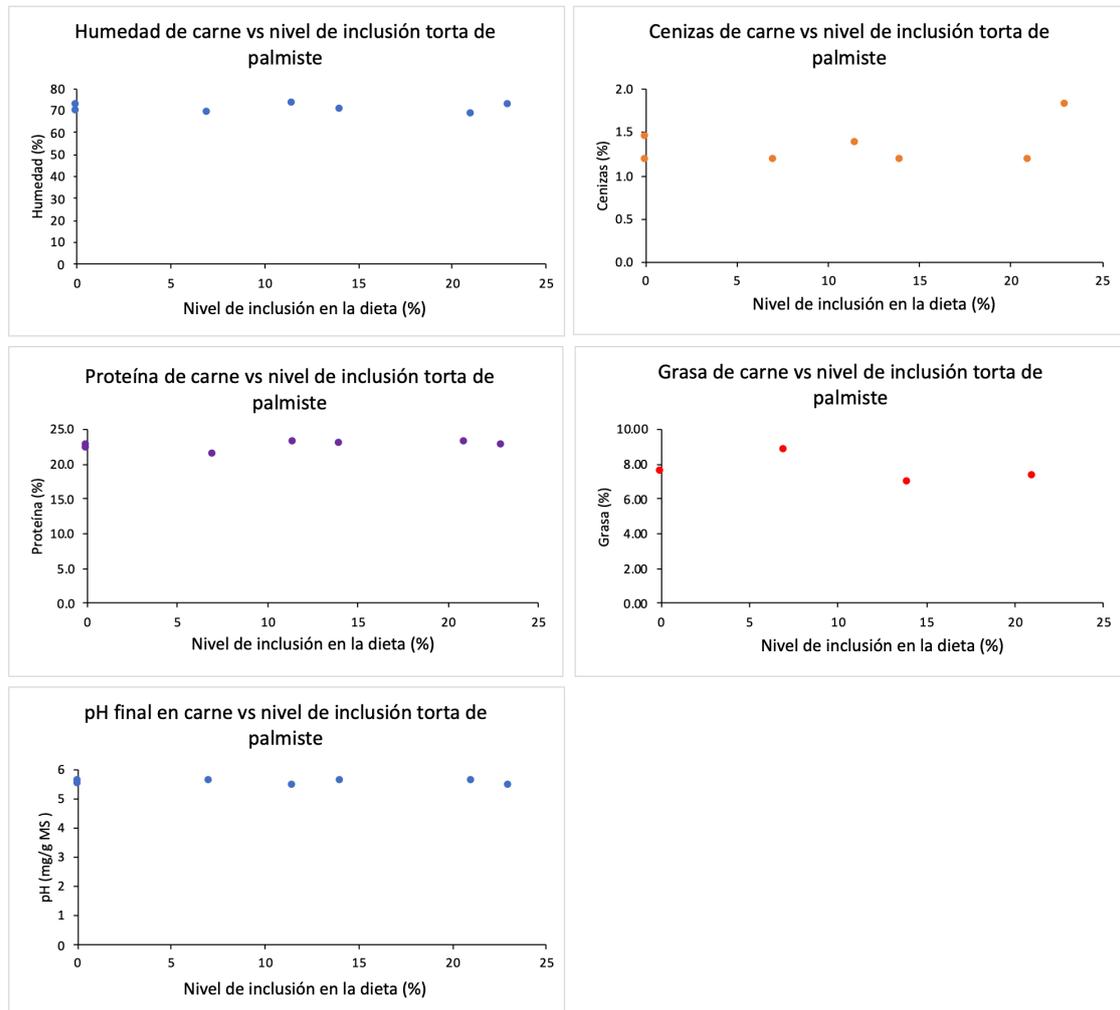
3.3.2 Calidad de carne

Realizando un estudio sobre el efecto de la TP en la alimentación de toros Nellore en fase terminal, Cruz et al. (2018) encontró que el peso de la canal de los animales evaluados se redujo en 275 g por cada 10 g de TP incluida en ración. Sin embargo, en línea con lo que plantean Cruz et al. (2018) este hecho no afectó el espesor de la grasa subcutánea, el área de músculo longuísimo, así como las siguientes características: color, textura y marmoreo de la carne de los animales evaluados. Finalmente, los autores concluyeron que no se recomiendan niveles de TP por encima de 70 g.kg^{-1} en la dieta, debiéndose considerar el lucro proporcionado por la TP en sustitución de ingredientes caros (maíz y soya, por ejemplo), cuando se opta por la inclusión de niveles superiores a 70 g.kg^{-1}

Según Santana-Filho et al. (2016), la TP cuando se incorpora a la dieta del ganado de carne hasta en un 21% de la dieta total, no influye en la proporción de humedad, cenizas, grasa y proteína de la carne (ver figura 7); similarmente, el pH de la carcasa y canal, capacidad de retención de agua, terneza de la carne, color de la carne y aceptación general de la carne (atributos sensoriales suavidad y sabor) no se vieron afectados hasta el nivel de inclusión de TP mencionado anteriormente.

● FIGURA 7

Efectos de la inclusión dietaria de la torta de palmiste sobre la calidad de carne de bovinos



Nota: Figura construida por los autores usando los datos de Santana-Filho et al. (2016) y Santos et al. (2022).

Resultados similares a los obtenidos por Santana-Filho et al. (2016) fueron encontrados por Santos et al. (2022), quienes evaluaron el efecto de la inclusión dietética de aceite de palmiste (AP) sobre la calidad de carne de toros Nellore. Según los autores, las características fisicoquímicas de la carne de los animales no se vieron afectadas. Sin embargo, este no afectó la capacidad de retención de agua, las pérdidas de coc-

ción, el color, la fuerza al cizallamiento, así como el pH final de la carne, que alcanzó valores entre 5.45 y 5.53 y estuvieron asociados con las existencias de glucógeno muscular. La inclusión de AP en la dieta de los toros, tampoco influyó en las características sensoriales de la carne; sabor y succulencia. En cuanto a los perfiles de AG, según los autores, se observó un aumento en los contenidos de C12:0 y C14:0 y reducción del contenido de C18:1, cis-9, lo que indica que la inclusión de AP afecta el proceso de biohidrogenación ruminal.



4. CONCLUSIONES

En resumen, la composición químico-bromatológica de la TP permite su uso en sustitución parcial en suplementos y/o asociada a forrajes tradicionales utilizados en la formulación de dietas utilizados en la alimentación animal. La inclusión de TP en la dieta del ganado hasta un 18% de la dieta total, resulta en la reducción moderada del consumo de MS y de la digestibilidad de nutrien-

tes en animales, pero sin comprometer la calidad final de la carne y leche. Por lo tanto, la TP puede ser utilizada en la alimentación de ganado de carne o leche mientras su valor de mercado siga siendo competitivo frente a otros ingredientes, dado que su inclusión puede afectar el rendimiento de bovinos, aunque en un grado modesto.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

José Jobson da Silva Rosa: metodología, investigación, análisis de datos, escritura, borrador original, revisión y edición. **Julián Andrés Castillo Vargas:** conceptualización, supervisión, escritura, revisión y edición.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Programa de Iniciação Científica e de Desenvolvimento Tecnológico e de Inovação, de la Universidade Federal Rural da Amazônia y al Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia

(PROCAD/Amazônia) de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, D.F, Brazil) por la concesión de los estímulos económicos para el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- Aboissa – Commodity Brokers. (2022). Ilustración de la torta de palmiste [Fotografía]. https://www.aboissa.com.br/pt/industrias/produtos/palm_kernel_cake
- Alimon, AR. and Mohamed, WZ. (2012) Recent advances in utilization of oil palm by-products as animal feed. En: International Conference on Livestock Production and Veterinary Technology 2012, 1-4 Oct. 2012, Bogor, Indonesia.
- Alimon, A. R. (2004). The nutritive value of palm kernel cake for animal feed. *Palm Oil Devopments*, 40(1), 12-14. <https://doi.org/10.12691/ajfst-8-4-4>
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo Agropecuário 2017*. Rio de Janeiro: IBGE. 2017.
https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultados-agro/agricultura.html?localidade=0&tema=7628
- Bringel, LDML., Neiva, JNM., Araújo, VLD., Bomfim, MAD., Restle, J., Ferreira, ACH. e Lôbo, R.N.B. (2011). Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1975-1983. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000900019>
- Carvalho, GGPDC., Pires, AJV., Garcia, R., Veloso, CM., Silva, RR., Mendes, FBL. Pinheiro, A. A. e de Souza, DR. (2009). Degradabilidade in situ da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de concentrados e subprodutos agroindustriais. *Ciência Animal Brasileira*, 10(3), 689-697. <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/7605>.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2011). Virus VIH [Fotografía]. Flickr. <https://flic.kr/p/aronSf>
- Correia, B.R., Oliveira, R.L., Jaeger, S.M.P.L., Bagaldo, A.R., Carvalho, G.G.P., Oliveira, G.J. C., Lima, F.S.H. & Oliveira, P.A. (2012). Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de novilhos alimentados com tortas do biodiesel. *Archivos de zootecnia*, 61(233), 79-89. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000100009>

- Costa, W.A., Lima, C.E.P., Bezerra, F.W.F., Oliveira, M.S., Bezerra, P.N., Pires, F.C.S., Silva, A.P.S., Cruz, J.N., Silva, S. G., Sarges, P.A.A. & Carvalho-Junior, R.N. (2019). Obtainment, applications and future perspectives of palm kernel. *African Journal of Biotechnology*, 18(5), 101-111. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2018.16655>
- Costa, D.A., Colodo, J.C.N., Ferreira, G. D. G., Araújo, C.V. e Moreira, G. R. (2011). Uso da torta de dendê na alimentação de ruminantes. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 14(2), 133-137.
<https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/4148/2590>
- Cruz, C.H., Silva, T.M., Santana Filho, N.B., Leão, A.G., Ribeiro, O.L., Carvalho, G.G., Bezerra, L.R. and Oliveira, R.L. (2018). Effects of palm kernel cake (*Elaeis guineensis*) on intake, digestibility, performance, ingestive behaviour and carcass traits in Nellore bulls. *The Journal of Agricultural Science*, 156(9), 1145-1152. <https://doi.org/10.1017/S0021859618001168>
- Cunha, O. F. R., Neiva, J. N. M., Maciel, R. P., Miotto, F. R. C., Neiva, A. C. G., & Restle, J. (2012). Avaliação bioeconômica do uso da torta de dendê na alimentação de vacas leiteiras. *Ciência Animal Brasileira*, 13(3), 315-322. <https://doi.org/10.5216/cab.v13i3.18464>
- United States Department of Agriculture-USDA. (2022). <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000>
- Fuke, G. and Nornberg, J.L. (2017). Systematic evaluation on the effectiveness of conjugated linoleic acid in human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(1), 1-7. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.716800>.
- Furlan-Júnior, J. (2006). Dendê: manejo e uso dos subprodutos e dos resíduos. Embrapa Amazônia oriental, Belém, PA.
- IShock by Getting Images. (2022). Fruto de la palma de aceite [Fotografia]. <https://www.istockphoto.com/br/fotos/palm-kernel-oi>
- Liberati, A., Altman, D.G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P.C., Ioannidis, J.P.A., Clarke, M., Devereaux, P.J., Kleijnen, J., Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*, 33. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>
- Maciel, R. P., Neiva, J. N. M., Araujo, V. L. D., Cunha, O. F. R., Paiva, J., Restle, J., Mendes, C. M. & Lôbo, R. N. B. (2012). Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê.

Revista Brasileira de Zootecnia, 41, 698-706. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000300033>

- Martins, L. F. D. (2016). Torta de dendê em dietas para vacas Lactantes confinadas. Tesis de Maestria. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, Brasil.
- Morvaridzadeh, M., Estêvão, M.D., Morvaridi, M., Belančić, A., Mohammadi, S., Hassani, M., Heshmati, J. & Ziaei, S. (2022). The effect of Conjugated Linoleic Acid intake on oxidative stress parameters and antioxidant enzymes: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*, 163, 106666. <https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2022.106666>.
- Oliveira, R. L., Neto, S. G., de Lima, F. H. S., de Medeiros, A. N., Bezerra, L. R., Pereira, E. S., Bagaldo, A. R., Pellegrini, C. B. & Correia, B. R. (2016). Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. *Animal Science Journal*, 87(10), 1225-1232. <https://doi.org/10.1111/asj.12571>
- Oliveira, R., Faria, M., Silva, R., Bezerra, L., Carvalho, G., Pinheiro, A., Simionato, J. & Leão, A. (2015). Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. *Molecules*, 20(8), 15434-15448. <https://doi.org/10.3390/molecules200815434>
- Oliveira, R. L., Leão, A. G., Abreu, L. D., Teixeira, S., & Silva, T. M. (2013). Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, 15(2), 141-160. <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v15n2p141-160>
- Oliveira, A. C. B., Pezzato, L. E., Barros, M. M., Pezzato, A. C., & Silveira, A. C. (1997). Torta de dendê em dieta para a tilápia-do-nilo: Desempenho produtivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(4), 443-449.
- Pimentel, L. R., da Silva, F. F., Silva, R. R., Porto, A. F., Costa, E. G. L., Schio, A. R., Souza, D. D., Rodrigues, E. S. O., Silva, G. M. & de Almeida Menezes, M. (2018). Production performance of crossbred dairy cows fed palm kernel cake in feedlots. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(5), 2103-2111. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n5p2103>
- Pimentel, L. R., Silva, F. F., Silva, R. R., de Oliveira Rodrigues, E. S., de Almeida Menezes, M., Júnior, A. F. P., Souza, D. D., Silva, G. M., Pacheco, C. C. & de Oliveira, P. A. (2016). Fatty acid profile of milk from cows fed palm kernel cake. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4), 2773-2783. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2773>
- Pimentel, L. R., Silva, F. F. D., Silva, R. R., Schio, A. R., Rodrigues, E. S. D. O., & Oliveira, P. A. D. (2015). Feeding behavior of lactating cows fed palm ker-

nel cake in the diet. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37, 83-89. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i1.23391>

Pina, A. D. A. (2010). Experiências na produção para a cultura de palma de óleo na Amazônia: relato de experiências da Marborges Agroindústria SA (Moju-Pará). *Ramalho Filho, A.; Motta, Pef Da; Freitas, PL (Editores). Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de óleo na Amazônia*, Embrapa Solos, p. 189-204.

Rodrigues Filho, J. A., Camarão, A. P., & De Azevedo, G. P. C. (2001). Utilização da torta de amêndoa de dendê na alimentação de ruminantes. Folheto. Embrapa Amazônia Oriental. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/402941/utilizacao-da-torta-de-amendoa-de-dende-na-alimentacao-de-ruminantes>

Rodrigues Filho, J. A., Camarão, A. P., De Azevedo, G. P. C., Braga, E., & Zandonadi, N. (1998). Composição química da torta de amêndoa de dendê produzida na região nordeste do Estado do Pará. *Anais da XXXV Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. p. 113-115

Santana Filho, N. B., Oliveira, R. L., Cruz, C. H., Leão, A. G., Ribeiro, O. L., Borja, M. S., Silva, T. M. & Abreu, C. L. (2016). Physicochemical and sensory characteristics of meat from young Nellore bulls fed different levels of palm kernel cake. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(10), 3590-3595. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7546>

Santos, N. J., Bezerra, L. R., Castro, D. P., Marcelino, P. D., Virgínio Júnior, G. F., da Silva Júnior, J. M., Pereira, E. S., Andrade, E. A., Silva, T. M., Barbosa, A. M., & Oliveira, R. L. (2022). Effect of Dietary Palm Kernel Oil on the Quality, Fatty Acid Profile, and Sensorial Attributes of Young Bull Meat. *Foods*, 11(4), 609. <https://doi.org/10.3390/foods11040609>

Santos, L. V., Silva, R. R., Silva, F. F., Silva, J. W. D., Barroso, D. S., Silva, A. P. G., Souza, S. O. & Santos, M. C. (2019). Increasing levels of palm kernel cake (*Elaeis guineensis* Jacq.) in diets for feedlot cull cows. *Chilean journal of agricultural research*, 79(4), 628-635. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000400628>

Semedo, I. (2006). O mercado de energia renovável: viabilidade econ mica do dendê na agricultura familiar do Baixo Sul-Bahia Tesis de maestria. Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil.

Silva, N. R. F., Perez, V. H., Ferreira, K. S., Silveira, T. C. & Silva, M. S. (2020). The increase of atherogenic index on fatty acids composition as a consequence of trans fat acids reduction in industrialized foods: the *Brazilian scenery*. Bra-

zilian Journal of Food Technology, 23, e2019268, <https://doi.org/10.1590/1981-6723.26819>

- Silva, R. L. N.V., Oliveira, R. L.; Ribeiro, O. L.; Leão, A. G.; Carvalho, G. G.P., Ferreira, A. C.; Pinto, L. F. B. & Pereira, E. S. (2013). Palm Kernel Cake for Lactating Cows in Pasture: Intake, Digestibility, and Blood Parameters. *Italian Journal of Animal Science*, 12 (42), 256-264.
- Silva, J. S. D. O. (2006). Produtividade de óleo de palma na cultura do dendê na Amazônia Oriental: influência do clima e do material genético. Tesis de maestría. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil
- Sousa, J. P. L., dos Santos Neta, E. R., Maciel, R. P., de Sousa, J. T. L., Rodrigues, K. F., & Vaz, R. G. M. V. (2010). Uso da torta de dendê em dietas para animais de produção. *Pubvet*, 4(6), 744-751.
- Venturieri, A., Fernandes, W. R., BOARI, A. D. J., & Vasconcelos, M. A. (2009). Relação entre ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elaeis guineensis* jacq.) e variáveis ambientais no estado do Pará. In *Embrapa Amazônia Oriental - Artigo em anais de congresso (ALICE)*. En: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 14., Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30.
- Visoná-Oliveira, M., Ferreira, I. C., Macedo Junior, G. D. L., Sousa, L. F., Sousa, J. T. L. D., & Santos, R. P. D. (2015). Consumo e digestibilidade de nutrientes da torta de dendê na dieta de ovinos. *Ciência Animal Brasileira*, 16, 179-192. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v16i25615>
- Wallace, P. A., Adu, E. K., & Rhule, S. W. A. (2010). Optimal storage conditions for cocoa cake with shell, palm kernel cake and copra cake as poultry and livestock feed in Ghana. *Livestock Research for Rural Development*, 22(2). <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd22/2/wall22032.htm>
- Wikipedia Commons. (2022). Ilustración botánica de la palma de aceite y de su fruto, mostrando sus partes morfológicas [Fotografía]. <https://commons.m.wikipedia.org>



Licencia de Creative Commons

Revista Agricolae & Habitat is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.