

Fecha de recibido: 25/08/2022

Fecha de aceptado: 24/09/2022

DOI: 10.22490/ECAPMA.6147

# Efectos de la inclusión dietética de subproductos de babasú sobre el metabolismo ruminal de ovinos y sobre la composición química de la leche y la carne producidas por bovinos: una breve visión general en el contexto brasileiro

## Effects of dietary inclusion of babassu by-products on ruminal metabolism of sheep and on the milk and meat chemical composition produced by cattle: a brief overview in the Brazilian context

**Hanita Garibalde Silva de Souza**

Estudiante de Zootecnia, Universidade Federal Rural da Amazônia

<https://orcid.org/0000-0003-2109-0861>

[hanitasilva82@gmail.com](mailto:hanitasilva82@gmail.com)

**Julián Andrés Castillo Vargas**

Químico, Licenciado en Química, MSc, PhD, Post-Doc,

Universidad Nacional Abierta y a Distancia,

Universidade Federal Rural da Amazônia

<https://orcid.org/0000-0001-5163-5127>

[andres.castillo@unad.edu.co](mailto:andres.castillo@unad.edu.co), [jcfcav@gmail.com](mailto:jcfcav@gmail.com)

**Citación:** de Souza, H. G. S., Vargas, J. A. C. (2023). Efectos de la inclusión dietética de subproductos de babasú sobre el metabolismo ruminal de ovinos y sobre la composición química de la leche y la carne producidas por bovinos: una breve visión general en el contexto brasileiro. *Working Papers ECAPMA*, 7, 17 - 40. <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.6147>





## RESUMEN

---

**A**ntecedentes: En la actualidad, existe una demanda constante de alimentos que tiende a sustituir a los utilizados tradicionalmente (soya y maíz) en el mercado en la nutrición de los animales de granja. Así, se han realizado varios estudios, explorando alimentos alternativos. Uno de estos alimentos es el fruto de la palma babasú, el cual genera varios subproductos con uso potencial en la alimentación de rumiantes. **Vacío de conocimiento:** Existe la necesidad de un mayor número de informaciones en relación con la composición y los efectos biológicos de subproductos derivados de la fruta de babasú específicamente en la nutrición de los rumiantes. **Propósito:** El presente estudio tuvo como objetivo, realizar una revisión de literatura con el fin de presentar hallazgos relacionados con los efectos de la inclusión de subproductos del fruto de babasú sobre los parámetros ruminales y el comportamiento ingestivo de ovinos, así como la calidad de leche y carne producida en bovinos. **Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica, usando el pro-

toloco PRISMA-P, el cual permitió la construcción de un banco de documentos con las principales referencias con relación a los efectos de la inclusión de subproductos del fruto de babasú sobre la nutrición de ovinos y la calidad de los productos derivados de bovinos. **Resultados y conclusiones:** La revisión reveló que los subproductos del babasú, poseen características nutricionales compatibles con los alimentos utilizados convencionalmente en la nutrición de rumiantes. El subproducto de babasú más abundante fue la HMB (harina de mesocarpio de babasú), un subproducto rico en almidón y ampliamente utilizado en la nutrición de ovinos y bovinos. La presente revisión también reveló que la inclusión de subproductos de babasú debe hacerse con precaución en las dietas de los rumiantes, y que estos pueden conferir características deseables en la carne y la leche del ganado.

**Palabras clave:** Calidad composicional; nutrición; rumiante; subproducto.



---

## ABSTRACT

**Contextualization:** Currently, there has been a constant demand for feedstuffs that can replace those traditionally used (soybean and corn) in the market of farm animals feeding. Thus, several studies have been carried out exploring alternative feedstuffs. One of those is the fruit of the babassu palm, which generates several by-products with potential use in ruminant feeding. **Knowledge gap:** There is a need for greater knowledge on the composition and biological effects of by-products derived from the babassu fruit on ruminant nutrition. **Purpose:** The present study aimed to review the literature to present findings related to the effects of the inclusion of by-products from the babassu fruit on ruminal parameters and ingestive behavior of sheep, as well as the quality of cattle milk and meat. **Methodology:** A literature review was carried out, summarizing

the main references in relation to the inclusion effects of by-products from the babassu fruit on the nutrition and product quality of sheep and cattle. **Results and conclusions:** The review revealed that babassu by-products have nutritional traits compatible with feedstuffs conventionally used in ruminant nutrition. The most abundant babassu by-product in the studies was FMB (babassu mesocarp bran), which is rich in starch and widely used in sheep and cattle nutrition. The present review also revealed that the inclusion of babassu by-products should be included with caution in ruminant diets, but these can confer desirable traits to cattle beef and milk.

**Keywords:** by-product; compositional quality, nutrition, ruminant,



# INTRODUCCIÓN

---

Tradicionalmente en Brasil, varios ingredientes de alto costo (por ejemplo, harina de soya y maíz) se utilizan comúnmente en la alimentación animal, llegando a representar hasta el 90% de su composición (Pascoal et al., 2006). Como resultado, la leche y carne llegan al consumidor final con un alto valor económico debido a los altos costos de la alimentación animal (Pascoal et al., 2006). Considerando lo anterior, alimentos como la soya y el maíz pueden ser sustituidos por alimentos alternativos, dando lugar a la posibilidad de utilizar subproductos o coproductos en la alimentación de rumiantes (Salman, 2010; Melo, 2021).

Los subproductos son residuos industriales derivados de la transformación de materias primas vegetales. En este sentido, Meneghetti y Domingues (2008) y Melo (2021) reportan que, debido a estas características, los subproductos poseen un valor agregado menor que los productos principales. Por tanto, algunos de estos subproductos podrían utilizarse para alimentar a los rumiantes. Según Cavalcante (2018) para el productor, el aprovechamiento de los subproductos en la alimentación animal aparece como una alternativa, evitando su disposición final. Por tanto, terminan optimizando los costos de producción animal y minimizando los

impactos negativos en el medio ambiente del subproducto, debido a su eliminación indiscriminada.

El babasú (*Orbignya speciosa* (Mart.) Barb.Rodr.) es una palmera de origen brasileño, exhibe una preponderante abundancia en las regiones norte y norte-este del país (Teixeira, 2000). Su fruto posee un alto potencial energético y por ello, ha sido sugerido como un alimento que puede ser utilizado como sustituto de los alimentos más comunes en la alimentación de los rumiantes (Nascimento, 2019). Ante esta circunstancia, es decir, la búsqueda constante de alimentos que reemplacen a los tradicionalmente utilizados en el mercado, a los nutricionistas se les presenta el reto continuo de hacer que el uso de subproductos sea una realidad, además de la marcada intención de reducir costos con estos alimentos y mantener, o incluso mejorar, el desempeño de los animales. Pero es evidente que es necesario el conocimiento de las características nutricionales de estos alimentos, así como sus posibles limitaciones nutricionales, características fisicoquímicas y su valor económico (Pascoal et al., 2006).

En el caso específico de las características nutricionales y fisicoquímicas de los subproductos del babasú, algunos estudios han demostrado el potencial

de su uso en la alimentación de rumiantes (Freitas et al., 2014). Cada vez se realizan más investigaciones explorando la inclusión de subproductos derivados de la palma de babasú en las dietas de rumiantes, como un alimento alternativo para reemplazar los granos, principalmente en la dieta de animales de producción de carne y leche, como bovinos y ovinos. Así, la presente revi-

sión bibliográfica tiene como objetivo, exponer un breve panorama de las características generales de los principales subproductos del babasú, así como los efectos de su inclusión en la dieta de rumiantes, sobre aspectos relacionados con los parámetros ruminales y el comportamiento ingestivo en ovinos, así como en la composición de leche y carne bovina en el contexto brasileiro.

# METODOLOGÍA

## Recopilación de información básica secundaria

Se llevó a cabo la construcción de una base de datos de artículos originales de investigación y tesis, reportando el uso de los subproductos de babasú, describiendo sus características físico-químicas y nutricionales, bien como su potencial uso en nutrición de ovinos y bovinos. Los documentos fueron seleccionados a partir de plataformas tecnológicas tales como: *i*) Google Scholar; *ii*) PubMed central y *iii*) ScienceDirect. Algunos términos empleados para estructurar la ecuación boreal de búsqueda fueron: “bovino”; “ovino”; “babasú”; “subproducto”; “composición nutricional subproductos babasú”; “calidad de carne”; “calidad de leche”; “rumen”; “desempeño”. Después de aplicar el debido filtro de selección, los documentos fueron sistematizados haciendo uso del gestor bibliográfico Mendeley para efectos de clasificación y selección.

## Criterios de inclusión y procesos de selección

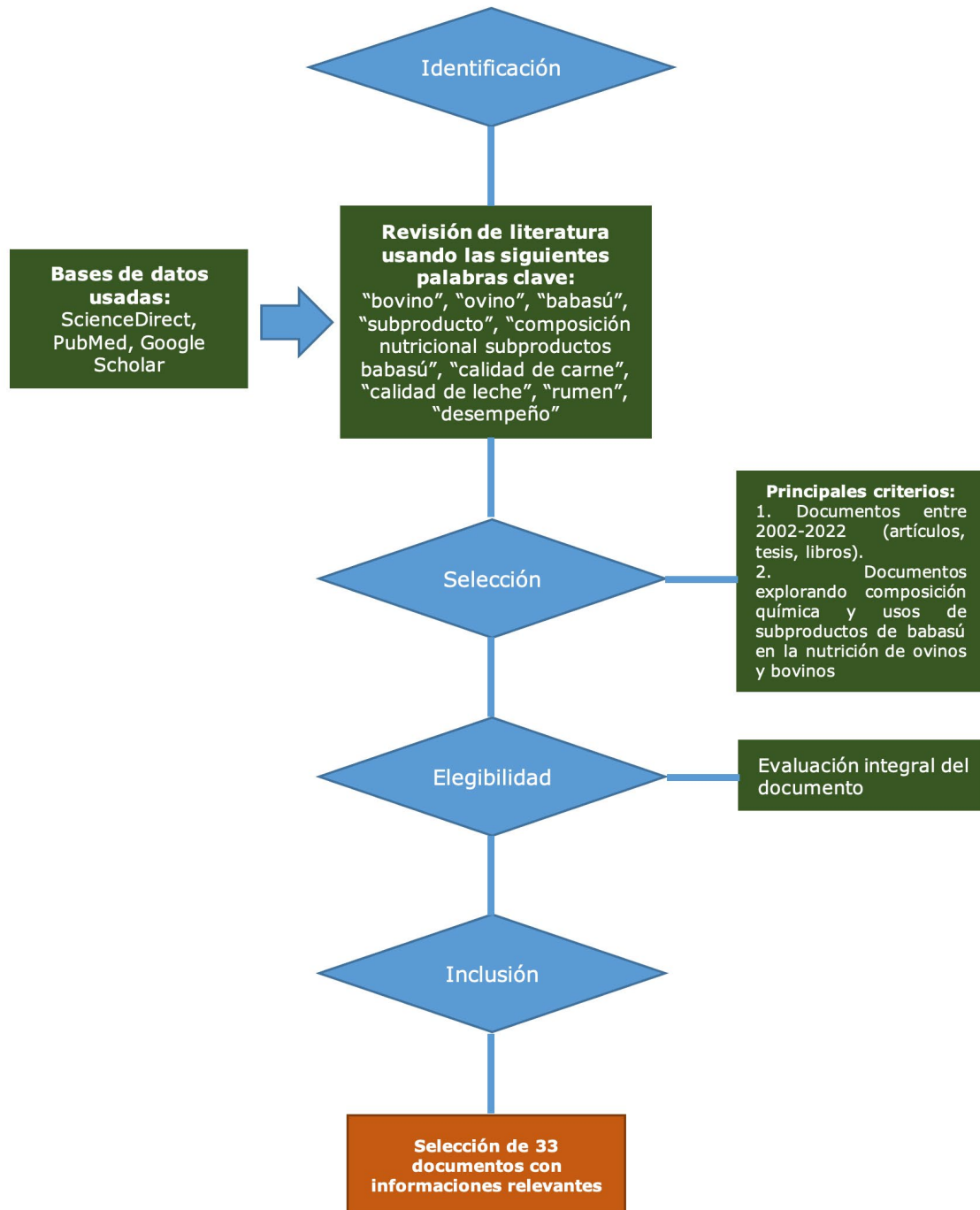
Se realizó una selección cuidadosa de los documentos a ser explorados en la

presente revisión para asegurar la calidad de las informaciones reportadas por la misma. En la base de datos estructurada en el gestor bibliográfico Mendeley, se removieron aquellos documentos con títulos ajenos o que no correspondían al objetivo de la revisión o que presentara el escenario de títulos repetidos o duplicados. La selección de los artículos se llevó 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*) los estudios fueron publicados en revistas físicas u online (artículos) o 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*) los documentos tenían por objetivo presentar la composición nutricional, química o física de subproductos de babasú, sus derivados y/o presentaban aspectos relacionados con su uso en la nutrición de ovinos y calidad de productos derivados en bovinos. Con base en este criterio, se seleccionaron 33 referencias bibliográficas. Los detalles del proceso de selección son presentados en la figura 1.



► **Figura 1**

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



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Características generales del fruto babasú (*O. speciosa*)

El babasú se destaca por ser una de las palmeras más abundantes de la Amazonía brasilera (González-Pérez et al., 2012; figura 2). El nombre babasú tiene su origen en la lengua tupí-guaraní, que significa “ba = fruta”; “açu = grande” (Rocha y Junior, 2016). Además, es una palmera originaria de las regiones norte, noreste y centro de Brasil (Castro et al., 2021). Según Embrapa (1984), la región nordeste de Brasil se destaca por ser la que tiene la mayor área ocupada con bosques de esta palmera y la mayor región productora de almendras de babasú. El género *Orbignya* también se encuentra en otros países desde México hasta el sur del continente suramericano.

El Estado brasilero de Maranhão, se destaca por tener la mayor producción nacional de babasú (Silva, 2008). La mayor parte de la producción frutícola tiene, de manera rudimentaria, al pequeño productor como contribuyente de este extractivismo y la población femenina también contribuye significativamente con esta actividad (Castro et al., 2020). Sin embargo, algunos productores obtienen sus ingresos a partir de la explotación del babasú y los inter-

cambian por bienes de consumo en las fruterías (Silva, 2008; Rocha y Junior, 2016). En 2020 el valor de la producción fue considerable, destacándose el Estado de Maranhão.

### ► Figura 2

*Palma de babasú en el sureste del Estado de Pará*



Fuente: Galería de imágenes de Google.

Su fruto, conocido como coco babasú (CB; figura 3), donde se encuentra la almendra, parte noble de la planta, es ampliamente utilizado en la industria extractiva brasileña (Soler et al. 2007). Además de poseer un gran valor industrial y comercial en el mercado y en la industrialización, la nuez de babasú se extrae para la producción de aceite comestible y aceite de oliva (Lorenzi et al., 2010; Rocha y Junior, 2016). Por ser una especie dominante y por adaptarse rápidamente en presencia de otro tipo



de especies, las palmas babasú forman fácilmente grandes bosques (Rocha y Junior, 2016). En su clasificación botánica, aún existen controversias, puesto que algunos investigadores la describen como *Attalea speciosa*; otros como *Orbignia speciosa*; *Attalea funifera* y *Orbignia martiniana* (Rocha y Junior, 2016).

En cuanto a la morfología de la palma babasú, esta se considera de grande porte pudiendo alcanzar aproximadamente 20 metros de altura; tiene un tronco de forma cilíndrica con un diámetro entre 25 y 44 cm. Además de lo anterior, la corona de la palma babasú, posee forma de copa (Soler et al., 2007; Rocha y Junior, 2016). Cuenta además con un alto número de frutos por racimo, su fruto es más o menos cilíndrico, tiene forma elipsoidal y pesa aproximadamente entre 90 y 280 g.

El fruto está compuesto por endocarpio (duro, de 2 a 3 cm) y almendras (de 3 a 4 cm por fruto, de 2.5 a 6 cm de largo y de 1 a 2 cm de ancho), epicarpio (capa externa y muy dura) y mesocarpio (0.5 a 1.0 cm y rico en almidón) (Guimarães, 2010). Según Santos et al. (2020), la composición porcentual de las partes del fruto consta de 58.4% de endocarpio, 20.4% de mesocarpio, 12.6% de epicarpio y 8.7% de almendra. Su explotación da como resultado una variedad de usos en la elaboración de medicamentos, nutrición animal, construcción y mobiliario, artesanías,

industria cosmética y en la producción de biodiesel (Santos et al., 2020). Como resultado de su uso por parte de la industria, se generan subproductos relacionados con la fruta, entre ellos la torta de babasú (TB) y la harina de mesocarpio de babasú (HMB).

### ► Figura 3

Coco babasú



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

El cultivar puede presentar una inflorescencia femenina o andrógina (masculina y femenina) en la misma planta. Sin embargo, solo las hembras producen el racimo con fruto (figura 4), debido a que los machos son esenciales para la fecundación y generación de frutos (Lorenzi, 2010; Rocha y Junior, 2016).



## ► Figura 4

*Racimo de babasú en el sureste de Pará*



Fuente: Galería de imágenes de Google.

A pesar de ser una palmera muy conocida y que tiene un alto valor económico tanto para las grandes empresas como para las pequeñas cooperativas que explotan principalmente la almendra (destinada a la producción de aceite comestible y aceite de coco), el CB aún no ha sido bien aprovechado; es decir, buena parte de la fruta termina descartándose (Maciel et al., 2022). Por lo tanto, es necesario el desarrollo de más estudios que exploren el uso de CB con el fin de desarrollar nuevas tecnologías para maximizar su potencial de uso.

## Métodos de obtención de los principales subproductos del fruto babaçu, harina de mesocarpo de babaçu (hmb) y coco de babaçu (cb)

En términos generales, en la industria, los frutos pasan por un período de almacenamiento durante el cual, su humedad disminuye (Carraza et al., 2012). Esto facilita su proceso de pelado en el que se separa el mesocarpo y el epicarpio del resto de la fruta. Poco después, el epicarpio se separa mecánicamente del mesocarpo mediante tamices con orificios de diferentes diámetros, y es a partir de este tamizado que se origina la HMB. Finalmente, se realiza un corte transversal del coco con el fin de retirar las almendras.

El mesocarpo de babasú es la capa ubicada entre el epicarpio y el endocarpo, constituido básicamente por carbohidratos (almidón y celulosa), proteínas, agua, minerales y lípidos (Santos et al., 2020). El mismo se ha utilizado en la industria durante mucho tiempo. Se distingue por su potencial en la industria farmacéutica, debido a su alto contenido en almidón, alrededor del 68,3%, biopolímero natural, no tóxico y abundantemente utilizado como aglutinante y disgregante en tabletas y cápsulas farmacéuticas; además de lo anterior, se destaca en la industria alimentaria (Nascimento, 2004; Demirgöz, 2000).

La HMB se obtiene triturando el mesocarpo del CB. En industrialización,

presenta granulometría fina y alta pulverulencia, posteriormente a la extracción de la almendra (Maciel et al., 2022). Según Sousa (2015), la HMB se ha utilizado en la alimentación animal como ingrediente energético. Sin embargo, el mismo autor también reporta que al momento de la extracción, puede ocurrir la contaminación del mesocarpio con otros componentes del babasú que son mucho más fibrosos, haciendo de la HMB un subproducto con mayor contenido de fibra.

Algunas empresas tienen como enfoque principal el CB para la extracción de productos como carbón activado, torta de babasú y aceite vegetal de babasú (Guimarães, 2010). De esta manera, se extrae el salvado en el proceso de pelado del coco, proceso en el cual se retira el epicarpio y luego se muele el mesocarpio para ser transportado a un sistema de filtro que funciona por succión (Guimarães, 2010). Tanto la HMB como otros subproductos se obtienen de esta forma, después de retirar el grano.

En términos generales, Sousa (2015) reporta que los subproductos industriales tienen un gran potencial para ser utilizados en la alimentación animal.

Sin embargo, tienen composiciones químicas diferentes, por lo que es necesario realizar análisis químicos previos a su uso en la alimentación animal. Esto, con el propósito de conocer los valores precisos de sus nutrientes que serán utilizados durante la formulación de raciones, y con el objetivo de atender con precisión los requerimientos nutricionales de los animales de producción.

## Composición química proximal básica de los principales subproductos de la fruta babasú

### Harina de mesocarpo de babasú

La HMB tiene potencial de uso en la alimentación de rumiantes. Este es un subproducto que ya ha sido utilizado por productores rurales sin un conocimiento profundo de su composición química, ni evaluación de su valor nutricional real; por lo tanto, son pocos los estudios encontrados en la literatura sobre sus efectos en la producción de rumiantes (Guimarães, 2010; Silva, 2008). Sin embargo, ya existe una buena estimación de la composición químico-bromatológica de este subproducto (ver tabla 1).



## • Tabla 1

Composición química y bromatológica de la harina de mesocarpio de babasú (HMB) reportada por varios estudios (% basado en MS).

Fuentes	CNF	EE	FDA	FDN	LIG	PC	MS (%)
Guimarães, 2010	47.3	0.50	32.0	45.1	13.2	3.20	85.7
Sousa y Macedo, 2011	-	1.29	-	60.2	-	6.09	87.8
Miotto et al., 2012a	41.4	0.70	33.8	46.4	12.5	7.50	89.3
Miotto et al., 2012b	-	0.64	32.0	45.0	-	3.10	86.3
Silva et al., 2012	-	1.88	-	45.6	-	2.01	85.6
Pedrico, 2013	-	0.70	-	35.7	-	3.50	79.7
Sousa et al., 2014	-	0.50	32.7	44.3	12.1	4.44	87.4
Cruz et al., 2015a	-	-	-	31.6	-	3.20	85.5

**Nota:** CNF-Carbohidratos no fibrosos; EE-Extracto etéreo; FDA-Fibra en detergente ácido; NDF - Fibra en detergente neutro; LIG-Lignina; PC-Proteína cruda; MS-Materia seca.

La tabla 1 expone la composición química de la HMB, la cual presenta variaciones en el contenido de carbohidratos no fibrosos (NFC), resultando valores entre 41.4 y 47.3%; el extracto etéreo (EE) entre 0.50 y 1.88%, fibra en detergente **ácido** (FDA) entre 32.0 y 33.8%; fibra en detergente neutro (FDN) entre 31.6 y 60.2%, lignina (LIG) entre 12.1 y 13.2% y proteína cruda (PC) entre 2.01 y 7.50%. En adición a lo anterior, la tabla 1 exhibe la variación de la materia seca (MS), la cual varía entre 85.5 y 89.3%.

### Torta de babaçu (TB)

En el trabajo desarrollado por Silva et al. (2008), se desarrollaron parámetros de degradación ruminal de MS y PC de la TB en ovinos, en los que los ani-

males recibieron dietas que contenían heno de tifton-85 y TB; observando que tanto el heno como la TB, exhiben composiciones diferentes así como los niveles de PC y EE, que resultaron más altos en la TB. Siendo así, el trabajo de Silva et al. (2008) llegó a la conclusión de que la TB posee una baja degradabilidad de MS y que esta tiene una alta fracción de proteína lenta de degradación en el rumen. Adicionalmente, Silva et al. (2008) reportaron que existen restricciones en el uso de la TB como principal ingrediente concentrado en la dieta de los rumiantes. Trabajos adicionales han reportado la composición de la TB con una amplia variación en sus componentes nutricionales (ver tabla 2).

## • Tabla 2

Composición química de la torta de babasú.

Fuentes	CNF	EE	FDA	FDN	LIG	PC	MS (%)
Farias et al., 2012	48.36	6.10	44.56	68.41	-	17.12	89.67
Silva et al., 2008	-	6.53	34.22	66.21	12.24	15.28	93.23
Castro et al., 2021	18.44	13.5	-	62.79	-	3.24	93.27

**Nota:** CNF- Carbohidratos No Fibrosos; EE- Extracto etéreo; FDA- Fibra en detergente ácido; FDN – Fibra en detergente neutro; LIG-Lignina; PC - Proteína cruda; MS- Materia seca.

### Efectos de la inclusión de subproductos de la fruta de babasu en la nutrición de rumiantes

Debido a la falta de estudios dirigidos a explorar el uso de subproductos de babasú en la alimentación de rumiantes, se decidió presentar los principales efectos de su inclusión en parámetros ruminales y en el comportamiento ingestivo en ovinos, así como también sus efectos en la calidad de carne y leche de bovinos.

### Efectos de la inclusión de subproductos del fruto babaçu sobre parámetros ruminales y comportamiento ingestivo en ovinos

Existe un creciente interés en la exploración de subproductos de babasú en la dieta de los animales rumiantes, buscando reemplazar con los mismos,

alimentos convencionalmente usados en las raciones, o mezclándolos con forrajes, con el fin de maximizar la producción animal (Souza, 2019). Esto, con el objetivo de optimizar el uso de los subproductos del babasú en aquellas regiones donde se presenta una mayor producción e incluso, para reducir los costos en la producción (Souza, 2019).

Miotto et al. (2012a), evaluaron el consumo y digestibilidad de dietas que contenían diferentes niveles de HMB en ovinos, donde se probaron cinco niveles de sustitución (0; 21; 38; 62 y 78%, respectivamente con base en la MS) de ensilaje de pasto elefante por HMB. Estos observaron que el consumo de MS (CMS), el consumo de materia orgánica (CMO) y el consumo de PC (CPC) en  $\text{g día}^{-1}$  y % peso corporal (PC) no se veían alterados por la inclusión de HMB en las dietas. Miotto et al. (2012a) también informaron que durante el período experimental, animales con pesos similares y que recibían la misma dieta experimental,



mostraron comportamientos diferentes en relación al consumo de alimento; e incluso para la mayoría de las dietas, no se cumplía con los requerimientos de mantenimiento de proteína para los animales, luego de observar un balance de nitrógeno (BN) negativo para los mismos con excepción del 38% de nivel de inclusión de HMB.

De acuerdo a lo observado por Miotto et al. (2012a), la baja cantidad de nitrógeno en la HMB puede limitar la digestión de su fracción fibrosa, ya que esto disminuye el desarrollo de los microorganismos ruminales. Inherentemente, esta limitación también termina disminuyendo el CMS; los mismos autores además, observaron que los animales tenían preferencia en el consumo de dietas con más ensilaje. Esto estuvo determinado por los sobrantes en el comedero, que correspondieron esencialmente a HMB, lo que se debió a la capacidad de selección de alimentos por los ovinos. Sin embargo, incluso con esta situación, los animales continuaban consumiendo cantidades similares de este subproducto. Miotto et al. (2012a), adicionalmente informaron que el consumo de CNF (CCNF) en % PC aumentó en un 0.008% por cada punto porcentual de HMB en la dieta, debiéndose este resultado a una mayor cantidad de CNF en las dietas con HMB, que representaba un contenido de 4.7 veces mayor de esta fracción que en el ensilado de pasto elefante. En el consumo de EE (CEE) no se presentó diferencia significativa entre los nive-

les de inclusión; sin embargo, cuando se expresaba en % PC, se evidenciaba una disminución respecto al aumento de HMB en las dietas.

Adicionalmente, el trabajo de Miotto et al. (2012a), reveló que la digestibilidad aparente de la MS (DMS), mostró un comportamiento cuadrático y la sustitución de 10.0% de ensilaje de de pasto elefante por HMB, proporcionó una digestibilidad del 52.5%. No obstante, la digestibilidad de la MO (DMO) presentó una disminución de 0.28% por cada punto porcentual de HMB en la dieta. En la digestibilidad aparente de FDN (DFDN), se evidenció una reducción del 0.65% por punto de adición de HMB y en la digestibilidad aparente de FDA (DFDA), se presentó una disminución del 0.7% por el reemplazo de ensilaje con HMB.

De acuerdo con el NRC (1987), la digestibilidad de los alimentos consumidos por ovinos está relacionada con la cinética de su digestión y su paso por el rumen, donde esta presenta una estrecha asociación con la digestión de la fibra, debido a que limita la tasa de desaparición del material en el tracto digestivo del animal. En este modelo, el tiempo que se dispone para la retención del alimento en el tracto digestivo está influenciado entre otros factores, por el tiempo de rumia y las características físicas de la dieta en la que el CMS se ve más afectado por la fibra digerible y la tasa de digestión de la fibra.



La HMB exhibe una granulometría fina, lo que se supone que resulta en una mayor tasa de paso de este subproducto a través del tracto gastrointestinal con una reducción en el tiempo de acción de los microorganismos ruminales sobre sus partículas. Esto se puede evidenciar en la reducción de la digestibilidad de las fracciones FDN y FDA y consecuentemente de la MS de las dietas ricas en este recurso (Miotto et al., 2012a). Aunque con el incremento en el contenido de PC, la DPC presentó una reducción de 0.11% por cada punto porcentual de sustitución del ensilaje de pasto elefante por HMB. Miotto et al. (2012a) también observaron que con el incremento de HMB en las dietas, se redujeron los contenidos de nitrógeno indigerible en detergente neutro (NIDN) y nitrógeno indigerible en detergente ácido (NIDA); este escenario se presentó porque la mayor parte del N contenido en la HMB, provenía de la adición de urea, exhibiendo niveles más altos de proteína degradable en rumen (PDR).

Según Miotto et al. (2012a), se esperaba que aún con mayor disponibilidad de PDR en dietas con HMB y mayor cantidad de CNF disponible, la conversión de estos nutrientes en proteína microbiana no sería eficiente, debido a la falta de sincronía entre las tasas de degradación del almidón y de la urea. En general, los CNF se fermentan rápidamente en el rumen para formar ácidos grasos volátiles que reducen el pH y los carbohidratos solubles. Adicionalmen-

te, exhibían una caída en el pH ruminal normal en animales alimentados con dietas con niveles más altos de HMB, lo que hace que el ambiente del rumen no sea apto para el desarrollo de bacterias que degradan las fracciones fibrosas. Esto justifica las correlaciones negativas y parte de la reducción en DFDN y DFDA, reflejándose negativamente en la DMS con una correlación de -0.45 ( $P = 0.04$ ). Los autores recomiendan la realización de estudios que evalúen la cinética y dinámica ruminal de degradación de la HMB, lo que puede esclarecer el comportamiento de los parámetros nutricionales mencionados anteriormente. Al final del estudio, se concluyó que la HMB reemplazando el ensilaje de pasto elefante en las dietas de ovinos aumenta el CCNF y de los nutrientes digestibles totales (NDT) y que el subproducto pueda ser utilizado como fuente de energía para rumiantes.

En otro estudio, Sousa et al. (2014) determinaron la composición bromatológica y evaluaron la cinética de fermentación y digestibilidad ruminal in vitro efectiva de la HMB con diferentes niveles de inclusión en la dieta de ovinos, donde se realizaron dos pruebas: *i*) con el subproducto puro y *ii*) con raciones que incluían HMB en las siguientes proporciones: 0; 7.5; 15.0 y 22.5% del total de MS. Correlacionando el experimento de Sousa et al. (2014) con el trabajo de Miotto et al. (2012a), se infiere una conclusión similar es decir, respecto a la HMB, cuando se adicionaba al concentrado en niveles iguales o supe-



riores al 7.5 %, reducía la fermentación ruminal de las raciones.

En adición a lo anterior, Sousa et al. (2014) evidenciaron un detrimento de DMS de HMB, lo que probablemente, se debía a la alta fracción de fibra no digerible en este subproducto, principalmente debido a su contenido de lignina, que presenta una influencia negativa en la DMS. Finalmente, Sousa et al. (2014), concluyeron que existía una reducción significativa en la fermentación ruminal de MS en las dietas con la inclusión de HMB y aunque la HMB no presentaba un alto valor nutricional, este subproducto tenía potencial nutricional cuando se utilizaba como componente en raciones para rumiantes con menores requerimientos nutricionales.

Silva et al., (2008), evaluaron los parámetros de degradabilidad in situ de la MS y PC en ovinos con cánula ruminal, que recibieron dietas a base de heno de tifton-85 y de TB, observando valores bajos de degradabilidad de la MS de la TB, donde la tasa de degradación de este subproducto en comparación con el heno era menor. Esto indica que la TB estaba menos disponible en el rumen. Con base en lo anterior, Silva et al. (2008) concluyeron que la TB presentaba baja degradabilidad de MS y que es una fuente de proteína de degradación lenta en el rumen; también describieron la existencia de restricciones para su uso como principal ingrediente concentrado en la dieta de rumiantes.

Al comparar los trabajos de Miotto et al. (2012a), Sousa et al. (2014) y Silva et al. (2008), los tres grupos de autores observaron que se presentó una menor tasa de degradación de la MS y un mayor contenido de lignina para las dietas que contenían subproductos del fruto del babasú, por lo que recomiendan que este no sea el componente principal de la dieta de ovinos.

### **Efectos de la inclusión de subproductos de babaçu en la calidad composicional de leche y carne de bovinos**

Efectuando una evaluación de los efectos de la inclusión del CB en diferentes niveles (0%, 20%, 40%, 60% y 80%) en el suplemento, sobre el rendimiento y composición de ácidos grasos de la leche de vacas en pastoreo alimentadas con diferentes niveles de inclusión, Castro et al. (2021) observaron que hubo una reducción en el CMS del suplemento, y un mayor CMS del forraje, a medida que aumentó la inclusión de CB; en el mismo estudio, también se observó un patrón cuadrático de aumento de ácido láurico (12:0) en la grasa de la leche con niveles crecientes de CB, que los autores asociaron con un aumento en el consumo de 12:0 de vacas en pastoreo a raíz del aumento de CB en el suplemento, el cual es rico en dicho AG.

El trabajo de Castro et al. (2021) también reporta que como resultado, la

inclusión de CB en la dieta puede terminar favoreciendo un aumento en la producción de AGV, es decir, aumentando la disponibilidad energética de la dieta en las vacas lecheras. Sin embargo, los autores exponen la necesidad de estudios adicionales para esta suposición. Además, los datos aportados en el estudio realizado por Castro et al. (2021), demostraron que la proporción de ácidos grasos omega 6 (AG): omega 3 (n-6:n-3) en la grasa de la leche disminuyó con el aumento de los niveles de CB en el suplemento. Esta menor relación n-6:n-3 es favorable para la salud humana, debido a que los AG n-6 normalmente se consumen en exceso. Por otro lado, la ingesta diaria de AG n-3 es menor que la requerida por humanos (Shingfield et al., 2008; Castro et al., 2021). Según Fuentes et al. (2018) y Castro et al. (2021), la mayoría de los AG n-3, exhibían propiedades antiinflamatorias y antitumorales además de presentar efectos positivos sobre el sistema cardiovascular.

Al final del estudio, Castro et al. (2021) concluyeron que los datos sugieren que hasta un 80% de CB molido en el suplemento de vacas en pastoreo, disminuía la ingesta de suplementos y nutrientes, excepto FDN. Sin embargo, el CB incrementa las proporciones de AG beneficiosos, que serían, por ejemplo, los AG, trans-11 18:1, cis-9, trans-11 18:2 y AG n-3 en la grasa láctea. En otra investigación, Maciel et al. (2022), evaluó la calidad nutricional, sensorial, fisicoquímica y el rendimiento produc-

tivo del queso *Minas frescal* a partir de leche de vacas en pastoreo que recibían diferentes niveles (0, 20, 40, 60 y 80%, respectivamente) de CB en el concentrado. En el análisis de los quesos, estos autores observaron que la sustitución del maíz por CB no presentó efecto significativo en la composición fisicoquímica del queso. Sin embargo, los rendimientos bruto y ajustado en kg de queso/vaca/día, disminuían linealmente con el aumento de la inclusión de CB. Los niveles del AG 14:0 iso exhibieron un incremento lineal en la grasa de la leche de los animales que recibían mayores niveles de CB. Lo mismo se observó en los niveles de 18:1 *trans*-11, 18:2 *cis*-9, *trans*-11 y para la suma de AG monoinsaturados *trans* y AG *trans* totales. Finalmente, Maciel et al. (2022) concluyó que el reemplazo de CB por maíz en el suplemento de vacas en pastoreo, no modificaba las características fisicoquímicas del queso *Minas frescal*. Sin embargo, disminuía el rendimiento de producción de queso (kg por vaca día). De esta forma, el CB en la suplementación de vacas en pastoreo, al establecerse comparación con el trabajo de Castro et al. (2021), evidenciaba un incremento en las concentraciones de AG considerados benéficos para la salud humana (18:1 *trans*-11 y 18:2 *cis*-9, *trans*-11, CLA) en la grasa de leche y queso, con una disminución concomitante en la relación n-6:n-3, lo cual se consideraba como efectos importantes desde el punto de vista nutricional.

Además de los derivados lácteos, se evidenciaron los efectos de la inclusión de HMB en la calidad de carne de bovinos. En la investigación realizada por Cruz et al. (2015b), se evaluaron las características y calidad de carne de toros Nelore, alimentados con niveles de concentrado y HMB en la dieta. En este estudio se reportó que no se evidenció interacción alguna entre el contenido del concentrado y el nivel de inclusión de HMB. Sin embargo, la distribución de la grasa en la carne (marmoreo) fue afectada por el nivel de concentrado de la dieta. En contraste, las proporciones músculo/hueso y músculo + grasa/hueso no fueron alteradas.

El trabajo de Cruz et al., (2015b) reveló también, que el contenido de concentrado no influyó en la textura de la carne y que la inclusión de HMB no modificó la calidad de esta en cuanto al marmoreo, color y textura se refiere; por lo que finalmente se concluyó que la HMB tiene características nutricionales que permiten sustituir parcialmente al maíz en dietas con alta proporción de concentrado, ya que no existe alteración en la calidad de la carne y canal de toros confinados.

Las características cualitativas de la carne como el color y el marmoreo, fueron observadas en el trabajo realizado por Miotto et al. (2012b), quienes evaluaron el uso de HMB en diferentes proporciones de sustitución de maíz: 0; 25; 50; 75 y 100% sobre la composición

física de la canal y calidad de la carne de bovinos. Según estos autores, a medida que se evidenciaba un incremento de HMB en las dietas, se presentaba una disminución en el escore muscular, el grosor del muslo y el rendimiento de la canal. Miotto et al., (2012b), también describió que el uso de HMB en sustitución al maíz, proporcionó características favorables a la canal, pero destaca que la reducción del peso final con la inclusión de HMB es un punto negativo de la sustitución. Frente a esto, sugiere que debe existir una previsión de la formulación de dietas y la planificación del tiempo de finalización. Al final, se concluyó de este estudio que el uso de HMB en reemplazo de maíz en dietas para ganado confinado no cambia las características cualitativas de la carne (color y marmoreo). Sin embargo, puede promover una reducción de la terneza de esta; es decir, a pesar de tener puntos positivos en las características de la carne bovina, se recomienda que su uso se haga con precaución, evaluando la relación costo/beneficio. Finalmente, un punto común e importante entre los trabajos de Maciel et al. (2022), Castro et al. (2021), Cruz et al. (2015b) y Miotto et al. (2012b), es que la inclusión de subproductos de babasú altera el CMS, pero la producción no se ve afectada, hecho importante a explorar para proponer diferentes estrategias de uso de subproductos de babasú en la nutrición de rumiantes.



---

## CONCLUSIÓN

La presente revisión logró evidenciar que la composición químico-bromatológica y el valor biológico de HMB, TB y CB es compatible con la de los alimentos utilizados en la nutrición de rumiantes, tanto en el grupo de forrajes como en el de concentrados. Los estudios que exploran los efectos de su inclusión sobre los parámetros ruminales y el comportamiento ingestivo de los ovinos, así como el efecto sobre la calidad de leche y carne en bovinos, reportan que estos subproductos poseen

un gran potencial de uso en ambas especies. Sin embargo, se requiere de la realización de investigaciones adicionales para comprender mejor su potencial. Finalmente, la inclusión de subproductos del babasú en la dieta de los rumiantes puede ser una alternativa a otros alimentos tradicionales, con el fin de minimizar el costo de las raciones. No obstante, su uso debe ser cauteloso, evitando que sean considerados como la principal fuente de nutrientes para el animal.



## REFERENCIAS

---

- Cavalcante, E.O. (2018). Fontes de carboidratos associado à ureia em substituição ao farelo de soja na alimentação de caprinos e ovinos. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil. [http://ppgz.ufrpe.br/sites/default/files/testes-dissertacoes/edwilka\\_oliveira\\_cavalcante.pdf](http://ppgz.ufrpe.br/sites/default/files/testes-dissertacoes/edwilka_oliveira_cavalcante.pdf)
- Castro, Í.R.R., Maciel, D.L., Vargas, J.A.C., Gomes, D.I., Maciel, R.P., Mezzomo, R., Gama, M.A. S., Oliveira, L.R.S, Galvão, L.T.O., Silva-Pereira, K. & Alves, K.S. (2021). Nutrient utilization, performance, and milk fatty acid composition of grazing cows fed supplements with babassu coconut. *Tropical Animal Health and Production*, 53(4), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02869-y>
- Castro, G.C., Campelo, J. E. G., Santos, G. M., Sarmiento, J.L.R., Carvalho, M.D.F., Carvalho, C. M.R.G. (2020). Aproveitamento integral do coco babaçu como estratégia de educação e desenvolvimento social sustentável. *Revista Extensão em Foco* 21, 156-164. <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i20>
- Carrazza, L.R., Ávila, J. C. C., & Silva, M. L. D. (2012). Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Babaçu. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil.
- Cruz, R. S. Alexandrino, E., Missio, R. L., Restle, J., Melo, J. Ch., Neto, J. J. P., Silva, A. A. M., Silva, D. P. (2015a). Níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu sobre as características da carcaça de tourinhos Confinados. *Bioscience Journal*, 31 (1), 73-86. <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n1a2015-18173>
- Cruz, R.S., Alexandrino, E., Missio, R.L., Neiva, J.N.M., Restle, J., Melo, J. C., Paula-Neto, J. J., Silva, D. P. & Duarte, T. D. & Silva, A. A. M. (2015b). Características das carcaças e carne de tourinhos Nelore alimentados com níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67, 299-308. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-6433>
- Demirgöz, D., Elvira, C., Mano, J.F., Cunha, A.M., Piskin, E. & Reis, R.L. (2000). Chemical modification of starch based biodegradable polymeric blends: effects on water uptake, degradation behaviour and mechanical properties. *Polymer degradation and stability*, 70(2), 161-170. [https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(00\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(00)00102-6)



- Embrapa (1984). Babaçu - Programa Nacional de Pesquisa Brasília: EMBRAPA. 100pp. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35873/1/Doc2.pdf>
- Freitas, M. A. G. D., Siquiera, G. B., & Siquiera, F. L. T. (2014). Avaliação do uso do resíduo farelo de babaçu (*Orbignya sp*) na alimentação de ruminantes. *Interações (Campo Grande)*, 15, 59-70. <https://doi.org/10.1590/S1518-70122014000100006>
- Fuentes, N. R., Mlih, M., Barhoumi, R., Fan, Y. Y., Hardin, P., Steele, T. J., Behmer, S., Prior, I. A., Karpac, J. & Chapkin, R. S. (2018). Long-Chain n-3 Fatty Acids Attenuate Oncogenic KRas-Driven Proliferation by Altering Plasma Membrane Nanoscale Proteolipid Composition. *Cancer Research*, 78 (14), 3899-3912. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-18-0324>
- González-Pérez, S. E., Coelho-Ferreira, M., Robert, P. D., & Garcés, C. L. L. (2012). Conhecimento e usos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. e *Attalea eichleri* (Drude) AJ Hend.) entre os Mebêngôkre-Kayapó da Terra Indígena Las Casas, Estado do Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 26, 295-308. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000200007>
- Guimarães, C. (2010). *Valor nutritivo da silagem de capim mombaça (Panicum maximum) com níveis crescentes de adição do farelo do mesocarpo do babaçu (Orbignya sp)*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, Tocantins, Brasil.
- IShock by Getting Images. (2022). Coco babasú [Fotografia]. <https://www.istockphoto.com/br/fotos>
- 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>
- Lorenzi, H., Noblick, L. R. Kahn, F., Ferreira, E. (2010). *Flora Brasileira: Arecaceae (palmeiras)*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Maciel, D. L., Vargas, J. A. C., Mezzomo, R. Gama, M. A. S., Leite, L. C., Castro, I. R. R., Oliveira, L. R. S., Farias, M. L. C., Luz, W. B. S., & Alves, K. S. (2022). Physicochemical, nutritional, and sensory attributes of Minas frescal cheese from grazing cows fed a supplement containing different levels of babassu coconut (*Orbignya speciosa*). *International Dairy Journal*, 127, 105176. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105176>

- Melo, H. T. (2021). Uso de subprodutos na nutrição animal. Trabalho de conclusão do curso de zootecnia. Pontifícia Universidade Católica De Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3344/1/TCC%20HENRIQUE%2014-12.pdf>
- Meneghetti, C. C. & Domingues, J. L. (2008). Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. *Revista Eletrônica Nutritime*, 5(2): 512-536.
- Miotto, F.R.C., Restle, J., Neiva, J.N.M., Maciel, R.P., & Fernandes, J.J.D.R. (2012a). Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos. *Revista Ciência Agronômica*, 43, 792-801.
- Miotto, F.R.C., Restle J., Neiva, J.N.M., Resende, P.L.D.P., Lage, M.E., Prado, C.S., Padua, J.T. & Araújo, V.L.D. (2012b). Farelo de mesocarpo de babaçu (*Orbygnia* sp.) na terminação de bovinos: composição física da carcaça e qualidade da carne. *Ciência Rural*, 42, 1271-1277. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000041>
- National Research Council. (1985). *Nutrient requirements of sheep (Vol. 5)*. National Academies Press.
- Nascimento, T. L. D. (2019). Composição química do queijo minas frescal oriundo de vacas alimentadas a pasto recebendo suplementos com ou sem babaçu (*Orbignya speciosa*). Trabalho de conclusão do curso de zootecnia. Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará, Brasil.
- Nascimento, U. S. (2004). *Carvão de babaçu como fonte térmica para sistema de refrigeração por absorção no estado do Maranhão*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.
- Pascoal, L. A. F., Bezerra, A. P. A., & Gonçalves, J. S. (2006). Farelo de babaçu: valor nutritivo e utilização na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, 3(4), 339-345. <https://nutritime.com.br/artigo-034-farelo-de-babacu-valor-nutritivo-e-utilizacao-na-alimentacao-animal/>
- Pedrico, A. (2013). Farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbygnia speciosa*) na produção de bovinos leiteiros. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Tocantins (UFT). Araguaína, Tocantins, Brasil.
- Rocha, Y. C. N., Junior, R. M. L. (2016). Potencial para o desenvolvimento da cadeia produtiva do babaçu – uma revisão literária. XXXVI Encontro nacional de engenharia de produção. Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

- Salman, A. K. D., Ferreira, A. C. D., Soares, J. P. G. & Souza, J. P. (2010). Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. Embrapa Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil.  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884369/1/doc136alimentacaoderuminantes.pdf>
- Santos, F.D.R.P., Santos, M.G.B., Lucena, V. B., Viana, M.B., & de Castro, A.D.A.P. (2020). Uso do óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) como emoliente em formulação fitocosmética com ação hidratante. *Revista Cereus*, 12(4), 2-13. <http://doi.org/10.18605/2175-7275/cereus.v12n4p2-13>
- Shingfield, K.J., Chilliard, Y., Toivonen, V., Kairenius, P., Givens, D.I. (2008). Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 606, 3-65. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-74087-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-74087-4_1)
- Silva, M. R. D. (2008). Distribuição do babaçu e sua relação com os fatores geoambientais na bacia do Rio Cocal, Estado do Tocantins. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/5546/1/2008\\_MiriamRodriguesDaSilva.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/5546/1/2008_MiriamRodriguesDaSilva.pdf)
- Silva, A. G. M., Borges, I., Neiva, J. N., Rodrigues, N., Saliba, E., Moraes, S. A., Silva, J. J., Merlo, F. A., Sousa, T. A. S. & Magalhães Júnior, L. L. (2008). Degradabilidade in situ da torta de babaçu-matéria seca e proteína. *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. Em: Congresso nordestino de produção animal, Aracaju, Sergipe, Brasil.
- Silva, N. R., Ferreira, A. C. H., Faturi, C., Silva, G. F., Missio, R. L., Neiva, J. N. M., Araújo, V. L., Alexandrino, E. (2012). Desempenho em confinamento de bovinos de corte, castrados ou não, alimentados com teores crescentes de farelo do mesocarpo de babaçu. *Ciência Rural*, 42(10), 1882-1887. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012001000027>
- Soler, M. P., Vitali, A. A. & Muto, E. F. (2007). Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). *Food Science and Technology*, 27(4), 717-722. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400007>
- Sousa, J. T. L. D. (2015). Utilização do farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya speciosa*) na alimentação de borregas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Tocantins, Araguaína, Tocantins, Brasil. <https://umbu.uft.edu.br/handle/11612/172>

- Sousa, L. F., Macedo Júnior, G. D. L., Santos, R. P. D., Silva, A. G. M., & Borges, I. (2014). *Revista Ciência Agronômica*, 45, 177-185. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000100021>
- Sousa, J. T. L. & MACEDO JUNIOR, G. L. (2011). Uso da farinha amilácea (mesocarpo) I do babaçu (*orbignya speciosa*) na dieta de ovinos. 7º *Seminário de iniciação científica*. Palmas, Tocantis, Brasil
- Souza, M. I. A. (2019). Influência da inclusão de glicerina em substituição ao farelo de mesocarpo de babaçu e milho na qualidade da carne bovina. Tese de doutorado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, Brasil. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-213235>
- Teixeira, M. A. (2000). Estimativa do potencial energético na indústria do óleo de babaçu no Brasil. In Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural, 2000, Campinas (SP, Brazil). <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?>



**Licencia de Creative Commons**

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.