



## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DESTINADOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS

**Santiago Nicolás Aguiar<sup>1\*</sup>,  
Edgar Chicaiza<sup>2</sup>,  
Karel Diéguez-Santana<sup>2</sup>,  
Willan Orlando Caicedo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Paso Lateral Km 2½ Vía a Napo

<sup>2</sup> Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Paso Lateral Km 2½ Vía a Napo

saguiar@uea.edu.ec, Master en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, Ingeniero Agroindustrial, Profesor Ocasional a Tiempo completo de la Universidad Estatal Amazónica.

echicaiza@uea.edu.ec, Profesor Ocasional a Tiempo completo de la Universidad Estatal Amazónica.

kdieguez@uea.edu.ec, Master en Ingeniería en Saneamiento Ambiental, Ingeniero Químico, Profesor Ocasional a Tiempo completo de la Universidad Estatal Amazónica.

wcaicedo@uea.edu.ec, PhD en Ciencias Veterinarias, Master en Nutrición Animal, Ingeniero Agropecuario, Profesor Titular a Tiempo completo de la Universidad Estatal Amazónica.

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Santiago Nicolás Aguiar, Edgar Chicaiza, Karel Diéguez-Santana y Willan Orlando Caicedo (2019): "Composición química de subproductos agroindustriales destinados para la alimentación de cerdos", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (abril 2019). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/subproductos-alimentacion-cerdos.html>

### Resumen

El aumento del volumen de desechos sólidos agroindustriales, agrícolas y domésticos conlleva una serie de implicaciones relacionadas con aspectos de salubridad y medioambientales. El objetivo de esta investigación fue determinar la composición química de residuos agroindustriales del maní sin cáscara, maní con cáscara, cáscara de plátano, cáscara de yuca, habas sin cáscara y cáscara de habas para uso en la alimentación porcina. En los residuos agroindustriales se determinó el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), cenizas, extracto etéreo (EE), extractos libres de nitrógeno (ELN) y energía bruta (EB), se utilizó estadística descriptiva y se determinó la media y desviación estándar. Los residuos de maní sin cáscara y maní con cáscara mostraron el mayor contenido de MS (91,65; 92,65 %), PB (28,22; 28,27 %), EE (40,49; 43,19 %) y EB (577,68; 591,98 kcal kg MS<sup>-1</sup>). Las habas sin cáscara presentaron un contenido aceptable de ELN (62,66%). En relación a la FB, la cáscara de haba presentó el mayor contenido (49,03 %). La cáscara de plátano y yuca presentaron el mayor tenor de cenizas (8,82 y 8,49 %) respectivamente. Los subproductos agroindustriales de maní sin cáscara, maní con cáscara, cáscara de plátano, cáscara de yuca, cáscara de habas y habas sin cáscara presentaron buen contenido de MS, MO, PB, ELN, EE, Cenizas y EB, todos aptos para uso en la alimentación

porcina. Se recomienda evaluar estos subproductos en estudios con cerdos para cuantificar los aspectos nutritivos, y valorar la factibilidad de su uso como alimento animal.

**Palabras clave:** alimentación porcina, análisis proximal, residuos agroindustriales, subproductos

## Abstract

The increase in the volume of agroindustrial, agricultural and domestic solid wastes entails a series of implications related to health and environmental aspects. The objective of this research was to determine the chemical composition of agroindustrial residues of shelled peanuts, peanuts in shell, banana peels, cassava peels, shelled beans and beans peas for use in pigs. In the agroindustrial residues the content of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (PB), crude fiber (FB), ashes, ethereal extract (EE), nitrogen free extracts, ELN and EB. Descriptive statistics were used and mean and standard deviation were determined. Peanut and shelled peanut residues showed the highest MS (91.65, 92.65%), PB (28.22, 28.27%), EE (40.49, 43.19%), and EB (577.68, 591.98 kcal kg MS<sup>-1</sup>). Shelled beans had an acceptable ELN content (62.66%). In relation to the FB, the bean peel had the highest content (49.03 %). The banana peel and cassava presented the highest ash content (8.82 and 8.49 %) respectively. The agroindustrial by-products of shelled peanuts, peanuts, banana peels, cassava peels, peas and shelled beans presented good MS, MO, PB, ELN, EE, Ash and EB contents, all suitable for use in the pigs feed. It is recommended to evaluate these by-products in studies with pigs to quantify the nutritional aspects, and feasibility of their use as animal feed.

**Keywords:** pig feed, proximal analysis, agroindustrial waste, by-products

## 1. Introducción

El gran crecimiento de la población, y el incremento por la demanda de alimentos, esto ha ocasionado que exista una competencia entre humanos y animales por las trascendentales materias primas para la elaboración de piensos, provocando un rápido incremento en su costo. Este entorno obliga a los nutricionistas la búsqueda de alimentos alternativos más económicos para la alimentación de animales (Abdulrashid & Nnabuenyi, 2009).

Por otra parte, los residuos de alimentos son principalmente de naturaleza orgánica y se caracterizan por tener elevadas cargas de nutrientes (demanda biológica de oxígeno (DBO) y una demanda química de oxígeno (DQO)) que muchas veces son descargados inadecuadamente en laderas de vías o en los sitios de generación (Ravindran, R., & Jaiswal, A. K., 2016).

Variedades de tratamientos se han realizado en muchos estudios recientemente, pero la mayoría enfocados a las tecnologías para la conversión en biocombustible (Parmar, I. & Rupasinghe, H.V., 2013; Liguori, R. *et al.* 2015), elaboración de abonos orgánicos (Caiza, D., Chimbo, A., Pereira, L. B. S., Pisco, W. E., & Diéguez-Santana, K., 2018), procesos degradación enzimática convertirse en etanol por microorganismos fermentativos (Das, S.P. *et al.*, 2012), o en tratamientos con fines energéticos renovables como la pirólisis y la digestión anaeróbica (Azadi, P. *et al.*, 2013; Arteaga-Pérez, L. E., Segura, C., & Santana, K. D., 2016; González, E. C., Pérez-Martínez, A., Salabarría, J. L., & Diéguez-Santana, K. 2017). Pero los métodos tradicionales, siguen siendo una vía empleada en los países vías de desarrollo que en muchas ocasiones no disponen de tecnologías apropiadas para los tratamientos mencionados.

Si bien la mayoría de los subproductos agroindustriales tienen un bajo contenido de nitrógeno, más fibra y una baja densidad de nutrientes, el procesamiento puede aumentar su valor nutritivo. Y como menciona la revisión de (Ajila, C *et al.*, 2012) son ricos en muchos

compuestos bioactivos y nutracéuticos, que mediante el enriquecimiento de nutrientes y tecnologías apropiadas para su valorización pueden ser empleados como soluciones potenciales a los problemas de nutrición animal y el suministro mundial de proteínas y calorías. Además, las crecientes preocupaciones ambientales y el rápido aumento de los costos de los vertederos han llevado a la necesidad de evaluar estos productos para su uso potencial en programas de alimentación animal. La utilización de subproductos puede ser económicamente viable, pues los alimentos convencionales a menudo son costosos (Noriega, A., Silva, R. & García, M. 2008). Y los nutrientes presentes pueden ayudar a satisfacer las necesidades de cerdos en la alimentación, crecimiento, reproducción y producción.

Mientras tanto, el uso de materias primas alternativas en la alimentación porcina con el objetivo de sustituir importaciones y reducir la competencia con la alimentación humana para proteger el medio ambiente, constituye un reto para los nutricionistas, así como también para los pequeños y medianos productores en la búsqueda de soluciones sostenibles y eficientes en los sistemas de producción animal (Agbédé *et al.*, 2002).

En Ecuador, existen subproductos agroindustriales viables para la alimentación porcina que no se utilizan por el desconocimiento de sus características nutricionales (Caicedo, 2013). Sus nutrientes pueden ser materia prima para generar productos de interés, como alimento para animales (Domínguez *et al.*, 2012). Algunos residuos han sido estudiados y documentados en la revisión de (Martin, 2009) como la utilización de cascarilla de arroz, hollejos frescos de cítricos, raíces y tubérculos frescos o cocidos. En el proceso de obtención de proteína microbiana, Díaz-Plascencia, (2010) estudia las condiciones ideales para la producción mediante fermentación en estado sólido de mezclas de desecho de manzana, con soja y alfalfa para ser empleado en la alimentación animal. Por su parte, Rego *et al.*, (2010) evaluó el valor nutritivo de los ensilajes de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) con la adición de hasta un 16% de mango (*Mangifera indica*, L.) obteniendo que la adición de 8.6% mejora el proceso de fermentación de los ensilajes.

Específicamente, en la alimentación de cerdos Noriega *et al.*, (2008) evaluó el empleo de la pulpa proveniente del beneficio del café para ser ensilada en mezclas de hasta 20% sin ocasionar pérdidas en los parámetros productivos. Por su parte, Caicedo *et al.*, (2013) analizo la influencia en la composición química y la digestibilidad in vitro de los ensilajes de tubérculos taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) con mezclas de yogurt natural, suero de leche y melaza. Obteniendo resultados satisfactorios en el desempeño productivo de los animales.

Sin embargo, por la variedad agrícola, aun muchos residuos de cosechas y procesamiento pudieran ser evaluados para emplearlos en la alimentación animal. Basado en ello, el objetivo de esta investigación fue determinar la composición química de los residuos agroindustriales del maní sin cáscara, maní con cáscara, cáscara de plátano, cáscara de yuca, habas sin cascara y cáscara de habas para uso en la alimentación porcina.

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1 Origen de los residuos agroindustriales**

El estudio se realizó en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador. Esta zona tiene un clima semicálido o subtropical húmedo, con precipitaciones que oscilan entre 4000 y 4500 mm anuales. Se encuentra ubicada a una altitud de 900 msnm, con humedad relativa media de 87 % y temperatura mínima y máxima promedio de 20 a 28 °C (IGM, 2016).

Los subproductos se obtuvieron de la Asociación Artesanal (CONFERIB). Se recolectaron al azar, 2 kg de muestra de cada tipo de subproductos agroindustriales, estos residuos fueron tratados y acondicionados por separado en el laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, en lo posterior las muestras se deshidrataron a una temperatura de 60 °C por un lapso de 5 horas para realizar la molienda y su posterior análisis.

## 2.2 Caracterización química de los residuos agroindustriales

En las muestras se determinó el contenido de; materia seca (MS), cenizas, proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), extractos libres de nitrógeno (ELN) y fibra bruta (FB) según los procedimientos de la AOAC (2005).

A continuación, la tabla 1, expone brevemente el procedimiento de determinación de los parámetros químicos.

Tabla 1: Parámetros determinados y descripción del procedimiento.

Parámetro	Descripción de la determinación
Materia Seca	Se realizó en la estufa a 100-105°C durante 8 horas, verificando obtener el peso constante.
Cenizas	Para determinar el contenido de cenizas es necesario oxidar toda la materia orgánica de la muestra. Esta operación se efectuó en la mufla a 550 °C, durante 4 horas.
Proteína bruta	Se empleó el método Kjeldahl en tres pasos, según la (AOAC, 1990): primeramente, se realizó la conversión del nitrógeno a la forma amoniacal mediante la digestión de la muestra en ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) en presencia de un catalizador, posteriormente se destiló el sulfato amónico ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) en una solución atrapadora, y finalmente, se cuantificó el amoníaco por valoración con una solución estándar. La proteína bruta se obtuvo de la multiplicación del nitrógeno de la muestra con el factor de conversión de 6,25.
Extracto etéreo	La extracción de los materiales liposolubles se realizó con éter de petróleo a 60 °C, en el extractor Soxhlet para la evaporación del disolvente, y valoración del extracto.
Extractos libres de nitrógeno (ELN)	Se expresó en % y se calculó por diferencia de las otras fracciones: $\% \text{ ELN} = 100 - (\% \text{ Cenizas} + \% \text{ Proteína Bruta} + \% \text{ Extracto etéreo} + \% \text{ Fibra bruta})$
Fibra bruta	Se realizaron dos hidrólisis sucesivas, una ácida, con Ácido sulfúrico 0,26 N y otra alcalina con Hidróxido Sódico 0,31 N, terminadas las hidrólisis, se lavó con agua destilada abundante y acetona, y posteriormente se secaron en la estufa a 105°C durante 12 horas. Se obtiene por diferencia de peso entre el residuo obtenido menos las cenizas, dividido a la muestra inicial fresca.
Materia orgánica:	Se obtuvo por diferencia de los inorgánicos (100 – el % de cenizas).
Energía bruta	Se evaluó por calorimetría, utilizando una bomba calorimétrica adiabática marca Parr, modelo 1241.

## 2.3 Tratamiento de los datos

Los datos de la composición química de los subproductos, se analizaron mediante el módulo estadística descriptiva, se determinó la media y desviación estándar (DE), con el empleo del programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2011).

### 3. Resultados y Discusión

El maní sin cáscara, Tabla 2, presentó altos contenidos de MS (91,65 %), MO (96,74 %), PB (28,22 %), EE (40,49 %), EB (577,68 kcal 100 g MS<sup>-1</sup>) y bajos de FB (5,85 %), ELN (22,19 %) y cenizas (3,27 %).

**Tabla 2. Composición química del maní sin cáscara**

Variable	Media	DE
MS, %	91,65	0,16
MO, %	96,74	0,21
PB, %	28,22	0,12
FB, %	5,85	0,02
EE, %	40,49	0,76
ELN, %	22,19	0,65
Cenizas, %	3,27	0,21
EB, kcal 100 g MS <sup>-1</sup>	577,68	4,65

Los subproductos de maní sin cáscara, presentaron un nivel alto de PB, EE y EB. En la alimentación de cerdos se recomienda no incluir más del 25 % de maní en la dieta por el alto contenido de EE que posee este recurso, puede tener un efecto laxante en los cerdos (Rostagno *et al.*, 2011). Entre los suplementos proteicos es quizás el más palatable, lo cual, junto a su alto nivel en proteína, hacen de este subproducto un excelente suplemento para ser usado solo o en combinación con algún otro alimento de menor degradabilidad en la alimentación de animales monogástricos (Caicedo *et al.*, 2015).

En la Tabla 3, se observa la composición química del maní con cáscara, este subproducto presentó altos niveles de MS (92,65 %), MO (97,47 %), PB (28 %), EE (43,19 %), EB (591,98 kcal 100 g MS<sup>-1</sup>) y bajos de FB (6,92 %), cenizas (2,54 %) y ELN (18,80 %).

**Tabla 3. Composición química del maní con cáscara**

Variable	Media	DE
MS, %	92,65	0,04
MO, %	97,47	0,01
PB, %	28,57	0,01
FB, %	6,92	0,87
EE, %	43,19	0,01
ELN, %	18,80	0,88
Cenizas, %	2,54	0,01

Los porcentajes de materia seca de ambos es similar a otros residuos analizados en (Ajila et al., 2012), como por ejemplo la cascara de arroz que presenta valores entre 91.3-93.3%, pero los valores proteicos de los subproductos de maní son superiores pues la cascara de arroz tiene como valores máximos 2,8%. Sin embargo, la cascara de arroz presenta valores superiores de cenizas (15.6–22.6%) y de extracto libre de nitrógeno (25–29%).

Al igual que el maní sin cáscara, el maní con cáscara posee excelentes cualidades nutritivas para su uso en la alimentación porcina como suplemento proteico (Pozza *et al.*, 2005). Sin embargo, hay que tomar en consideración el alto nivel de grasa que posee este alimento y no hay forma de prevenir o eliminar la presencia de micotoxinas y aflatoxinas en el proceso de fabricación de alimentos balanceados, aún y cuando se incluya un "secuestrante" de micotoxinas y aflatoxinas los mismos que pueden tener efectos adversos en el desempeño de los animales (Etienne & Dourma, 1994; Schwarzer, 2002), por lo que el producto se debe almacenar en un lugar limpio y seco para minimizar el ingreso de estos agentes patógenos en el alimento (Jouany, 2007).

Este aspecto de las micotoxinas es de gran interés e importancia en la producción de alimentos para animales pues son uno de los principales compuestos tóxicos que pueden encontrarse en muchos subproductos agrícolas y, por ende, en la alimentación animal. Generalmente metabolitos secundarios de hongos que afectan la salud humana y animal. Por su parte, las aflatoxinas son compuestos cancerígenos producidos por ciertas cepas del género *Aspergillus* y a menudo se encuentran como contaminantes de las dietas para rumiantes. La solución ideal para minimizar el riesgo para la salud que plantean las aflatoxinas es la prevención de la contaminación del alimento (Saima *et al.*, 2009).

El almacenamiento y procesamiento de los productos agrícolas para producir alimento para animales debe tener un control estricto. El uso de estrategias de control de pre-cosecha, selección de variedades de resistencia, el manejo del campo, el uso de agentes biológicos y químicos, el manejo de cosecha y las aplicaciones pos-cosecha, incluida la mejora de las condiciones de secado y almacenamiento, junto con el uso de agentes naturales y químicos, y la irradiación han demostrado ser los aspectos más importantes en la prevención del crecimiento de hongos micotoxigénicos y la formación de micotoxinas (Milicevic *et al.*, 2010). En el caso de las aflatoxinas un elemento a considerar puede ser el empleo de productos químicos, como el aluminosilicato, la zeolita y la bentonita han demostrado tener un buen potencial de uso en la alimentación animal para ayudar a superar la aflatoxicosis (Kabak *et al.*, 2006).

En la Tabla 4, se observa la composición química de la cáscara de plátano, este subproducto, presentó buen contenido de PB (7,93 %), MO (91,19 %), EE (5 %), ELN (72,40 %), cenizas (8,82 %), EB (378,15 kcal 100 g MS<sup>-1</sup>) y bajos niveles de FB (5,85 %) y MS (14,06 %).

La cáscara de plátano presentó alto contenido de MO, ELN, cenizas, EB y bajos niveles de MS y FB. Existe elevada presencia de humedad en la cascara de plátano, cáscaras de mazorca de cacao estudiados en (Ajila et al., 2012), presentan un 11,4% de MS, y un 6% de proteína bruta, mientras en fibra cruda el valor es superior (31.5) al de la cascara de plátano (5.85%). En otro caso, la evaluación de las principales características de la pulpa de café fresca del estudio de Noriega et al (2008), mostraron que los valores de Extracto etéreo, Extracto libre de Nitrógeno y Proteína cruda son inferiores 3,86%, 60,29% y 3,87%, respectivamente; pero es superior la materia seca 87,30%, las cenizas 9,12%, la fibra 22,86%, y en el caso de la materia orgánica son relativamente similares (90,88 %).

En la alimentación estudios de Campabadal *et al.*, (1988) y Valdivié (2008) demostraron que es factible utilizar la harina de cáscara de plátano en un límite de inclusión de 10 % en la dieta de cerdos de 10 a 20 kg sin afectar el comportamiento productivo de los animales.

#### **Tabla 4. Composición química de la cáscara de plátano**

Variable	Media	DE
MS, %	14,06	0,11
MO, %	91,19	0,01
PB, %	7,93	0,70
FB, %	5,85	0,02
EE, %	5,02	0,07
ELN, %	72,40	0,76
Cenizas, %	8,82	0,01
EB, kcal 100 g MS <sup>-1</sup>	378,15	0,37

En relación a la cáscara de yuca, Tabla 5, presentó un contenido alto de MO (91,52 %), ELN (76,16 %), cenizas (8,49 %), EB (355,65 kcal 100 g MS<sup>-1</sup>) y bajos niveles de MS (23,77 %), FB (8,23 %), PB (5,92 %) y EE (1,21 %).

La cáscara de yuca es una buena fuente de MO, ELN y EB. Para utilizar estos residuos en la dieta de animales monogástricos es necesario someter a métodos físicos, químicos y biológicos para mejorar las condiciones nutricionales como el aumento de proteína y digestibilidad (Caicedo *et al.*, 2015), los residuos agroindustriales son una fuente importante de azúcares, almidón y carbohidratos estructurales (Gómez *et al.*, 2013). En investigaciones en cerdos Buitrago (1990) estableció que se puede utilizar la harina de estos subproductos con una inclusión de hasta 30 % en la dieta sin afectar la ganancia de peso de los animales.

**Tabla 5. Composición química de la cáscara de yuca**

Variable	Media	DE
MS, %	23,77	0,59
MO, %	91,52	0,26
PB, %	5,92	0,12
FB, %	8,23	0,08
EE, %	1,21	0,08
ELN, %	76,16	0,31
Cenizas, %	8,49	0,26
EB, kcal 100 g MS <sup>-1</sup>	355,65	0,79

Por su parte, Ajila *et al.*, (2012) expone que el bagazo de caña, presenta cantidades de proteína bruta entre 2.9–6.9% y fibra cruda de 10.3–39.3%, estos últimos superiores a los obtenidos en este estudio con la cascara de yuca.

En la Tabla 6, se observa la composición química de la cáscara de haba, este subproducto mostró alto contenido de Materia Orgánica (97,64 %), apreciable contenido de materia seca

(32,74 %), Fibra Bruta (49,03 %), Extractos Libres de Nitrógeno (43,43 %), Energía Bruta (293,28 kcal 100 g MS<sup>-1</sup>) y bajos porcentajes de Proteína Bruta (5,03 %), Extracto etéreo (0,16 %) y cenizas (2,36 %).

En correspondencia al tenor de MS, MO, PB, EE, ELN y EB desde el punto de vista nutricional es probable que no haya un efecto perjudicial en el desempeño de cerdos en la etapa de ceba (Almaguel, R.E., Cruz Elizabeth, Castro, M. & Ly, J. 2008; Almaguel, R., Lezcano, P., Delgado, E. & Ly, J. 2013). Sin embargo, se encontró un contenido alto de fibra bruta y como menciona Ly *et al.*, (1998) ello influye negativamente en la especie porcina, pues mientras mayor sea su concentración menor será su aprovechamiento.

**Tabla 6. Composición química de la cáscara de haba**

Variable	Media	DE
MS, %	32,74	0,01
MO, %	97,64	0,04
PB, %	5,03	0,11
FB, %	49,03	0,42
EE, %	0,16	0,01
ELN, %	43,43	0,26
Cenizas, %	2,36	0,04
EB, kcal 100 g MS <sup>-1</sup>	293,28	0,71

Otros subproductos con valores similares de proteína bruta han sido caracterizados en otros estudios. Por ejemplo, Verma, (1997) con residuos de pulpa de cítricos obtuvo alrededor de un 6%, en este caso con una gran cantidad de azúcares solubles y una digestibilidad del 85%, lo que unido al contenido de proteína le permite reemplazar un tercio de la mezcla de alimento para animales sin efectos nocivos para la salud.

Mientras, Sanon & Kanwe, (2010) con subproductos del mango, como los granos de semilla de mango, obtuvieron un 6% de proteína cruda y un 70% nutrientes digestibles totales y según su criterio pueden utilizarse como ingrediente en las raciones de alimentación animal.

Varios investigadores manifiestan que no es una limitante la utilización de subproductos fibrosos, si se utilizan procesos biotecnológicos para mejorar el valor nutritivo de estos alimentos cuando se emplean como materia prima para la obtención de alimentos para animales (Guzmán *et al.* 2012), por la acción de los microorganismos presentes en este proceso, bacterias y hongos (Paredes *et al.*, 2010). Este efecto se debe a la capacidad de producción de enzimas por parte de los microorganismos y entre las más importantes se encuentran;  $\alpha$ -amilasa, arabinosa, celulasa, dextranasa, y  $\beta$ -glucanasa (Giang *et al.*, 2011).

La composición química de las habas sin cáscara se observa en la Tabla 7, este subproducto presentó buen contenido de MS (32 %), MO (96,85 %), PB (31,48 %), ELN (62,66 %), EB (394,47 kcal 100 g MS<sup>-1</sup>) y bajo tenor de FB (0,93 %), EE (1,79 %) y cenizas (3,15 %).

**Tabla 7. Composición química del haba sin cáscara**

Variable	Media	DE
MS, %	32,74	0,13
MO, %	96,85	0,24
PB, %	31,48	0,13
FB, %	0,93	0,23
EE, %	1,79	0,23
ELN, %	62,66	0,83
Cenizas, %	3,15	0,24
EB, kcal 100 g MS <sup>-1</sup>	394,47	0,25

El haba sin cáscara es una buena fuente de MO, PB y ELN. Entre los factores que hay que tener en consideración para el aprovechamiento de este subproducto es el contenido de metabolitos secundarios que poseen estos alimentos (Buntha *et al.* 2008). En animales monogástricos se debe tomar en consideración el límite de inclusión de estas materias primas para no afectar el consumo y con ello el normal desempeño de los animales (Lezcano *et al.*, 2014).

## Conclusiones

Los residuos de maní (sin cáscara y con cáscara) mostraron los mayores contenidos de materia seca, proteína bruta, extracto etéreo y energía bruta. Por su parte el mejor resultado de los extractos libres de nitrógeno corresponde a las habas sin cáscara con un 62,66%. El mayor contenido de fibra bruta se encontró en la cáscara de haba con un 49,03 %, mientras los mayores resultados en cuanto a cenizas fueron los residuos de la cáscara de plátano y yuca (8,82 y 8,49 %) respectivamente. Los subproductos agroindustriales de maní sin cáscara, maní con cáscara, cáscara de plátano, cáscara de yuca, cáscara de habas y habas sin cáscara presentaron buen contenido de materia seca, materia orgánica, proteína bruta, extractos libres de nitrógeno, cenizas, extracto etéreo y energía bruta, todos aptos para uso en la alimentación porcina. Se recomienda evaluar estos subproductos en estudios con cerdos para cuantificar los aspectos nutritivos, y valorar la factibilidad de su uso como alimento animal.

## 4. Referencias

- Abdulrashid, M. y Nnabuenyi, L. (2009): Taro Cocoyam (*Colocacia esculenta*) Meal as Feed Ingredient in Poultry. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(5): 668-673. DOI: 10.3923/pjn.2009.668.673.
- Agbédé, J.O., Ajaja, K. y Aletor, V.A. (2002): Influence of Roxazyme G. Supplementati on on the utilization of sorghum dust-based diets for broilerchicks Proc. Pp. 105-108. 27th Ann. Conf. NSAP, Akure.

- Ajila, C. M., Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Godbout, S., & Valéro, J. R. (2012): Bio-processing of agro-byproducts to animal feed. *Critical reviews in biotechnology*, 32(4), 382-400. DOI: 10.3109/07388551.2012.659172
- Almaguel, R., Lezcano, P., Delgado, E. y Ly, J. (2013): Miel rica o maíz como fuente de energía para cerdos en crecimiento. Rasgos de comportamiento y digestibilidad rectal. In: XXIII Reunión de La Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana. ISBN 978 959 7171 49 2
- Almaguel, R.E., Cruz Elizabeth, Castro, M. y Ly, J. (2008): Balance de N y Energía en Cerdos Alimentados con Dietas de Miel de Caña de Azúcar y Cachaza Biotransformada (GARANVER). *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 15 (4):338-341
- AOAC. (2005): Official Methods of Analysis. 18th Ed; Section 991.14. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Gaithersburg, MD. USA.
- Arteaga-Pérez, L. E., Segura, C., & Santana, K. D. (2016): Procesos de torrefacción para valorización de residuos lignocelulósicos. Análisis de posibles tecnologías de aplicación en Sudamérica. *Afinidad*, 73(573).
- Azadi, P. et al. (2013): Liquid fuels, hydrogen and chemicals from lignin: a critical review. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 21, 506–523. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.022>
- Buitrago, J.A. (1990): La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. Pp. 165.
- Buntha, P., Borin, K., Preston, T.R. y Ogle, B. (2008): Digestibility and nitrogen balance studies in pigs fed diets with ensiled taro (*Colocasia esculenta*) leaves as replacement for fish meal. *Livestock Research for Rural Development* 20, Available:<<http://library.wur.nl/WebQuery/clc/1740797>>, [Accessed: February 26, 2017].
- Caicedo, W. (2013): Tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) como una fuente energética tropical para alimentar cerdos. Una reseña corta sobre las características de la composición química y de los factores antinutricionales. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 20: 278-282.
- Caicedo, W.O., Rodríguez, R., Lezcano, P. y Ly, J. (2013): Estudios de composición química de ensilados de papa china (*Colocasia esculenta* L. Schott) destinados a la alimentación porcina. In: XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. La Habana, versión electrónica disponible en disco compacto. ISBN 978 950 7171 49 2.
- Caicedo, W., Rodríguez, R., Lezcano, P., Ly, J., Valle, S., Flores, L. y Ferreira, F.N.A. (2015): Chemical composition and in vitro digestibility of silages of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) tubers for feeding pigs. *Cuban Journal of Agricultural Science* 49(1):59-64
- Caiza, D., Chimbo, A., Pereira, L. B. S., Pisco, W. E., & Diéguez-Santana, K. (2018): Propuesta de producción más limpia en el proceso de elaboración de abonos orgánicos con desechos del camal, realizado en el relleno sanitario del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/06/elaboracion-abonos-organicos.html>
- Campabadal, C., Solís, J. y Molina, J.R. (1988): Evaluación de diferentes formas de suplir el banano en la alimentación de cerdos, durante la etapa de crecimiento y engorde. *Agronomía Costarricense*. 12: 2.

- Das, S.P., Ravindran, R., Ahmed, S. et al. (2012): Bioethanol production involving recombinant *C. thermocellum* hydrolytic hemicellulase and fermentative microbes. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 167, 1475–1488. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12010-012-9618-7>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2011): InfoStat. *Software Estadístico*, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz, D., Rodríguez, C., Mancillas, P., Angulo, C., Salvador, F., Arzola, C., Jiménez, J., Mena, S. y Elías, A. (2010): Producción de proteína microbiana a partir de manzana de desecho con fermentación en estado sólido a 32° C. *Revista electrónica de Veterinaria.* 11(10): 1-9.
- Domínguez, P. L., Chao, R., Vítores, N. y Herrera, R. (2012): Utilización digestiva y balance de N de ensilado de cuerpos de cerdos para el ganado porcino. *Revista Computadorizada de Producción Animal.* 19(2): 128-130.
- Etienne, M. y Dourmad J.Y. (1994): Effects of zearalenone or glucosinolates in the diet on reproduction in sows. A review. *Livestock Production Science.* 40:99-113. DOI: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90040-X)
- Giang, H.H., Viet, T.Q. Ogle, B. y Lindberg, J.E. (2011): Effects of Supplementation of Probiotics on the Performance, Nutrient Digestibility and Faecal Microflora in Growing-finishing Pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24(5):655-661. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10238>
- Gómez, J., Yepes, S. y Barahona, R. (2013): Caracterización nutricional del residuo del cultivo de la seta *Agaricus bisporus* como alimento potencial para bovinos. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 8(1): 34-56.
- González, E. C., Pérez-Martínez, A., Salabarría, J. L., & Diéguez-Santana, K. (2017): Relationship between the fed substrates and the physical chemical parameters of an anaerobic biodigester in Ecuadorian Amazon Region. In *MOL2NET 2017, International Conference on Multidisciplinary Sciences, 3rd edition* (p. 5039). MDPI AG.
- Guzmán, O., Lemus, C., Martínez, S., Bonilla, J., Plasencia, A. y Ly, J. (2012): Chemical characteristics of silages of mango (*Mangifera indica* L.) byproducts for animal feeding. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46(4). Retrieved from <http://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/148>
- IGM.gob.ec. Geo visualizador [sede Web]. Instituto Geográfico Militar; acceso 16 de septiembre de 2016]. Disponible en <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/visualizador/>
- Jouany, J. P. (2007): Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feeds'. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137: 342-362. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.009>
- Kabak, B., Dobson, A.D., Var I. A. (2006): Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 46: 593–619. DOI: 10.1080/10408390500436185
- Lezcano, P., Berto, D., Bicudo, S., Curcelli, F., Figueiredo, P. y Valdivie, M. (2014): Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento. *Avances en Investigación Agropecuaria.* 18(3):41-47.

- Liguori, R. et al. (2015): Second generation ethanol production from brewers' spent grain. *Energies* 8, 2575–2586. DOI: <https://doi.org/10.3390/en8042575>
- Ly, J., Reyes, J.L., Macías, M., Martínez, V., Domínguez, P.L. y Ruiz, R. (1998): Ileal and total tract digestibility of leucaena meal (*Leucaena leucocephala* Lam. De Wit) in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 70:265-273. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01106-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01106-6)
- Martin, P. (2009): El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*. 13(3): 3-10.
- Milicevic, D.R., Skrinjar, M., Baltic, T. (2010): Real and perceived risks for mycotoxin contamination in foods and feeds: Challenges for food safety control. *Toxins (Basel)* 2: 572–592. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins2040572>.
- Noriega, A., Silva, R. y García, M. (2008): Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Revista Zootecnia tropical*. 26(4): 411-419.
- Paredes, D., Álvarez, M. y Silva, M. (2010): Obtención de Enzimas Celulasas por Fermentación Sólida de Hongos para ser Utilizadas en el Proceso de Obtención de Bioalcohol de Residuos del Cultivo de Banano. *Revista Tecnológica ESPOL-RTE*. 23(1): 81-88.
- Parmar, I. and Rupasinghe, H.V. (2013): Bio-conversion of apple pomace into ethanol and acetic acid: enzymatic hydrolysis and fermentation. *Bioresour. Technol.* 130, 613–620. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.12.084>
- Pozza, P., Gomes, P., Donzele, J., Rostagno, H., Pozza, M. y Lopes, D. (2005): Digestibilidades Ileal Aparente e Verdadeira dos Aminoácidos de Farinhas de Vísceras para Suínos. *R. Bras. Zootec.*, 34(6): 2327-2334. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000700019>.
- Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016): Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in Biotechnology*, 34(1), 58-69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.10.008>
- Rego, M., Neiva, J., Rego, A., Cândido, M., Carneiro, M. y Lobo, R. (2010): Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages containing a mango by-product. *Rev. Brasileira de Zootecnia* 39:81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000100011>
- Rostagno, H.S., Teixeira, L.F., Donzele, L.J., Gomes, P.C., Oliverira, Rita., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Toledo, S.L. y Euclides, R.F. (2011): Tablas Brasileñas para aves y cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. 3era Edición. Universidad Federal de Viçosa - Departamento de Zootecnia, Brasil, Pp 167.
- Saima, M.Z.U., Khan, T.N., Pasha, T.N., Jabbar, M.A. (2009): Application of biotechnology to enhance nutritive value of low quality agricultural residues in buffalo ration: A Review. *Pakistan J Zool Suppl Ser* 9: 441–446.
- Sanon, H., Kanwe, A. (2010): Valorisation of mango peels and seed kernels in animal feeding: Nutritive value and voluntary feed intake by sheep. *Advances in Animal Biosci* 1: 445–446. DOI: <https://doi.org/10.1017/S2040470010000695>
- Schwarzer, K. (2002): Reducing zearalenone impact on semen quality. *Pig Progress*. 18(5):33-35.

Valdivié, M., Rodríguez, B. y Bernal, H. (2008): Alimentación de cerdos, aves y conejos con plátano (*Musa paradisiaca L.*) Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA).

Verma, D.N. (1997): *A Text Book of Animal Nutrition*. 1st Ed. R. 814. New Delhi, India: New Rajinder nagar publications.