

**Obtención De Extruidos De La Harina De La Cascara De Plátano (Musa × paradisiaca)
Obtaining Extrudates From Banana Peel Flour (Musa × paradisiaca)**

MSc. Miguel Ángel Arias Jara; MSc. Katherine Marisol Macas Moreira, MSc. Rodolfo Abelardo López Salazar, MSc. Miryan Rocío Urbano Borja; MSc. Verónica Beatriz Sánchez Ramírez

APRENDIZAJE

Diciembre, V°3-N°2; 2022

- ✓ **Recibido:** 20/10/2022
- ✓ **Aceptado:** 30/11/2022
- ✓ **Publicado:** 10/12/2022

INSTITUCIÓN

- ✉ Instituto Superior Tecnológico
- ✉ Instituto Superior Tecnológico
- ✉ Instituto Superior Tecnológico
- ✉ Instituto Superior Tecnológico
- ✉ Instituto Superior Tecnológico

País :

✉ **Ecuador**

CORREO:

- ✉ miguelarias@tsachila.edu.ec
- ✉ katherinemacas@tsachila.edu.ec
- ✉ rodolfolopez@tsachila.edu.ec
- ✉ miryanurbano@tsachila.edu.ec
- ✉ veronicasanchez@tsachila.edu.ec

ORCID:

- ✉ <https://orcid.org/0000-0002-8212-3228>
- ✉ <https://orcid.org/0000-0001-9405-5966>
- ✉ <https://orcid.org/0000-0002-8473-2772>
- ✉ <https://orcid.org/0000-0002-8473-2772>
- ✉ <https://orcid.org/0000-0001-6761-5753>

FORMATO DE CITA APA.

Arias, M. Macas, K. López, R. Urbano, M. Sánchez, V. (2022). Obtención De Extruidos De La Harina De La Cascara De Plátano (Musa × paradisiaca). Revista G-ner@ndo, V°3 (N°2). 177 – 188.

Resumen

La presente investigación se fundamenta en la obtención de extruidos a partir de la harina de cáscara de plátano (musa paradisiaca) de la variedad rojo, esto con la finalidad de darle un valor agregado a un producto que no se utiliza, y compararlo con las características que debe cumplir un snack para ser comercializado. Se utilizó como materia prima la harina de cáscara de plátano, agregando como ingredientes harina de pulpa de plátano rojo. La elaboración de los extruidos, se realizó mediante el método de extrusión en caliente, este permite obtener un producto con menor porcentaje de humedad y alarga la vida útil del producto. Los análisis fisicoquímicos que se realizaron a la hojuela fueron, porcentaje de humedad, índice de expansión y firmeza. Se aplicó un diseño factorial de AxB (3x2) siendo A, tres formulaciones y el factor B el diámetro de boquilla del extrusor, con pruebas de significancia de Tukey al 5%. Donde, a partir de los datos recolectados de la evaluación de los análisis fisicoquímicos se determinó que todos los tratamientos contienen el porcentaje de humedad dentro del límite establecido en la norma INEN 2561, obteniendo en un diámetro de salida de 3mm un mayor índice de expansión y menor firmeza.

Palabras claves: Extruido, expansión, harina de cascara de plátano, valor agregado

Abstract

The present investigation is based on obtaining extruded products from banana peel flour (musa paradisiaca) of the red variety, this in order to give added value to a product that is not used, and compare it with the characteristics that a snack must meet to be marketed. Banana peel flour was used as raw material, adding red banana pulp flour as ingredients. The elaboration of the extrudates was carried out using the hot extrusion method, this allows obtaining a product with a lower percentage of humidity and extends the useful life of the product. The physicochemical analyzes that were carried out on the flake were percentage of humidity, expansion index and firmness. A factorial design of AxB (3x2) was applied, where A, three formulations and factor B is the extruder nozzle diameter, with Tukey's significance tests at 5%. Where, based on the data collected from the evaluation of the physicochemical analyzes, it was determined that all the treatments contain the percentage of humidity within the limit established in the INEN 2561 standard, obtaining a higher expansion rate and a higher expansion rate in an outlet diameter of 3mm. less firmness.

Keywords: Extruded, expansion, banana peel flour, added value

Introducción

El cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), constituye una de las actividades agrícolas de mayor importancia para la economía del Ecuador, siendo una de las pocas actividades que proporciona a las unidades familiares ingresos regulares durante todo el año. La mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos con 52612, 14249 y 13376 ha, respectivamente (FAO, 2016). Al ser un producto de primera necesidad y de gran producción ha sido destinado para diferentes usos, incluyendo la exportación a otras naciones, por lo que se ha recurrido a cultivar plátanos de diferentes variedades, como lo es el plátano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca') que es considerados como un fruto exótico en otros países.

En la actualidad la tecnología aplicada en el área de alimentos, ha evolucionado, dando lugar a diferentes metodologías y procesamientos que hacen posible el desarrollo de nuevos productos agradables a la vista y al tacto de los consumidores (Leonard, 2019). Esto ha impulsado considerablemente a la industria de los alimentos a buscar ingredientes y procesos que permitan mejorar y desarrollar esos nuevos productos, siendo la extrusión de alimentos una de las técnicas actualmente más utilizada en el ámbito industrial.

El proceso de extrusión es aplicado ampliamente en la elaboración de diferentes tipos de alimentos, como, por ejemplo: alimentos precocidos como es la avena, cereales instantáneos, botanas, hojuelas, productos de panificación, almidones modificados y gelatinizados, productos de confitería, pastas para sopas, espaguetis y macarrones, alimentos para animales (balanceado) y varios aditivos de uso industrial (Alonso, et al., 2001).

El proceso de extrusión es una operación que consiste en moldear una sustancia o material a través de un tornillo sin fin que genera presión y aumenta la temperatura (Rokey, 1995).

Se puede aplicar dos métodos para la obtención de extruidos en frío, aplicando solo presión para productos como pastas, salchichas, etc y en caliente, aplicando temperatura y presión para la elaboración de cereales, modificación de harinas, snacks, botanas, etc. (Valverde, 2018).

En la presente investigación se empleó el tipo de extrusión en caliente mismo que permitió obtener extruidos texturizados a partir de la harina de la cascara de plátano de la variedad rojo, garantizando así un producto inocuo, con bajo contenido de humedad y grasa, y con excelentes características fisicoquímicas y sobre todo darle uso a un desecho que no tiene ningún valor económico.

Materiales Y Métodos

La metodología implementada para la obtención de extruidos de la harina de la cascara de plátano se dividió en las siguientes etapas:

- Obtención de la harina de la cascara de plátano
- Análisis estadístico
- Obtención de extruidos
- Análisis de formulaciones
- Caracterización del producto final.

a. Obtención de la harina de la cascara de plátano

La metodología aplicada para la obtención de la harina de la cascara de plátano es la siguiente:

Recepción: Se receiptó la materia prima en este caso el plátano rojo y orito.

Selección: Se seleccionó cada uno de los plátanos y se desecha los que no cumplen con el estándar requerido para la materia prima.

Análisis del índice de madurez: Se comprobó el estado de madurez 4, con la escala de Von Loesecke de frutas.

Lavado: Aquí se lavó la cascara de los plátanos seleccionados y se desecha el agua junto con las impurezas.

Descascarado: Con la ayuda de un cuchillo se procedió a pelar el plátano con un cuchillo de acero inoxidable.

Pesado: Se peso la materia prima antes de ingresar al proceso.

Troceado: Se corto la cascara en pequeños trozos de 2x2cm con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

Deshidratado: Ingreso a un deshidratador de marca Biobase a una temperatura de 60°C durante 5 horas.

Pulverizado: Ingreso a un equipo pulverizador por un tiempo de 3 a 5 minutos.

Tamizado: Se realizó el tamizado para eliminar impurezas que se puedan presentar, utilizando la ayuda de un tamiz número 80, y la luz de malla de 0,80mm.

Mezclado: En este proceso se mezcló la harina de cascara de plátano con harina de la pulpa del plátano.

Extrusión: La mezcla se colocó en un extrusor donde fue sometido a presión generando una temperatura alta y a su vez se obtuvieron las hojuelas.

Empaquetado: Se colocó las hojuelas en bolsas de plástico polietileno, realizando un sellado hermético al vacío.

Etiquetado: Se etiqueto cada una de las fundas.

Pesado: Se peso en una balanza cada uno de los empaques.

Almacenado: Se almacenó a una temperatura optima de entre 21°C y 26°C.

b. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores y tres repeticiones.

A: Formulaciones

B: Diámetro de boquilla

Las variables de respuesta analizadas fueron índices de expansión (IE), firmeza (F) y humedad. Cuando existió significancia en los datos ($p \leq 0,05$) se procedió a realizar comparaciones múltiples aplicando la prueba de tukey ($\alpha = 0,05$). Para este análisis se utilizó el paquete estadístico MINITAB 2017.

c. Obtención de extruidos

Para la obtención de los extruidos se utilizó un extrusor de alimentos de tornillo simple, equipado con un tornillo de 17 cm con salidas de 3 y 5 mm de diámetro, la alimentación se realizó de manera constante. Los productos extruidos se almacenaron a condiciones de temperatura ambiental de 23 °C guardándose en bolsas de polietileno.

d. Análisis de las formulaciones

Se evaluaron al extruido índice de expansión, humedad, firmeza y al producto final se caracterizó mediante un análisis bromatológico en donde se evaluó proteínas, lípidos, carbohidratos, cenizas y humedad.

Índice de expansión (IE). Se cortaron 7 piezas cada una de 5 cm de longitud para cada tratamiento. El peso de cada muestra se midió con un calibrador electrónico (Modelo Starrett). Los resultados obtenidos se calcularon en base a los diámetros de salida de 3 y 5 mm.

Firmeza (F). La firmeza se evaluó al producto final con respecto a cada formulación y por triplicado se utilizó un texturometro de laboratorio (FHT-1122)

Humedad (H). La humedad se evaluó en una termobalanza de laboratorio modelo (VE 50-01).

Análisis proximal. Se determinó humedad, cenizas, proteínas, fibra dietética, lípidos y carbohidratos según la metodología de la AOAC.

Análisis de Resultados

Tabla 1: Análisis proximal de las diferentes formulaciones.

	Formulaciones		
	50/50	60/40	40/60
Humedad (%)	3,47	4,10	3,34
Proteína (%)	4,45	4,37	4,21
Lípidos (%)	3,49	3,27	3,39
Carbohidratos (%)	76,81	79,07	76,98
Fibra	7,39	8,23	7,19
Cenizas	4,34	4,23	4,89

Nota: Relación de almidón de Harina cascara/pulpa

La incorporación de harina de cascara de plátano rojo genera un aumento en los valores de carbohidratos, a diferencia de lo obtenido por Choudhury et al. (2014).

Análisis estadístico

De acuerdo al análisis estadístico realizado, se muestra la siguiente tabla resumen en donde se detalla la significancia de cada factor sobre las variables de respuestas, de las cuales se procederá a realizar comparaciones para aquellas que muestren significancia.

Tabla 2: Análisis del p valor de cada variable de respuesta obtenida del análisis estadístico.

Factor	Variable de respuesta		
	Firmeza	Humedad	IE
Formulación (F)	0,000	0,651	0,000
Diámetro de salida (DS)	0,000	0,000	0,000

F*DS	0,003	0,403	0,186
------	-------	-------	-------

Nota: Valores de $p \leq 0,05$ indican un efecto significativo sobre las variables de respuesta

Al analizar la firmeza según la tabla 2, se puede observar que los dos factores y la interacción, al tener un $p \leq 0,05$, tiene significancia sobre la variable de respuesta, la humedad solamente tiene significancia con respecto al diámetro de salida, mientras que la interacción solo es significativa para la firmeza.

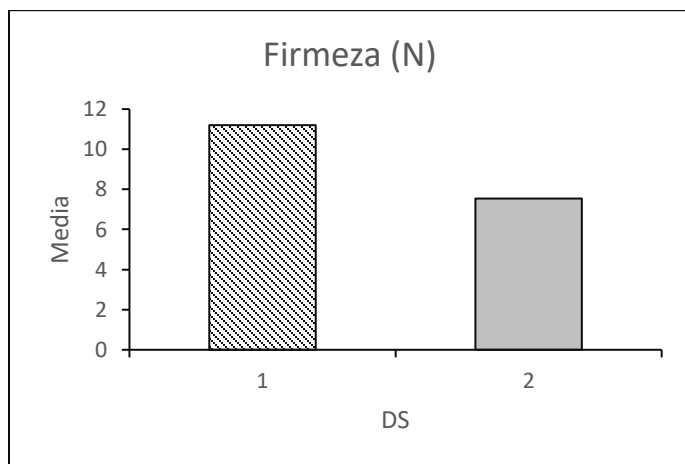


Figura1. Efecto del diámetro de salida en la firmeza del extruido

Nota: Diámetro 3 (1) y 5(2)

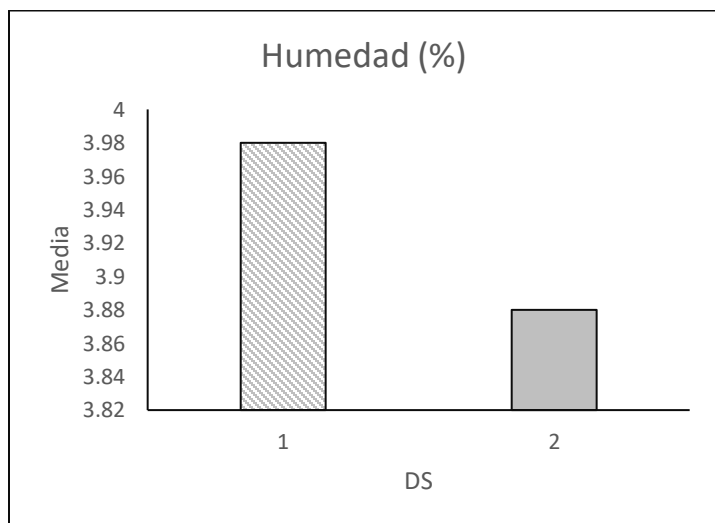


Figura 2. Efecto del diámetro de salida en la humedad del producto extruido.

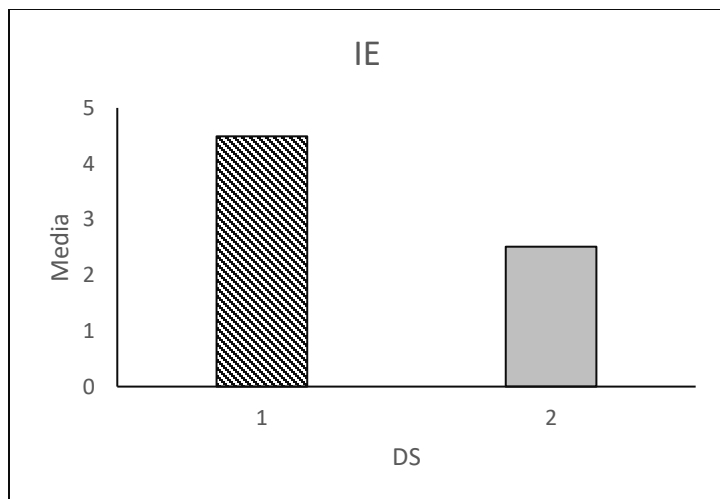


Figura 3. Efecto del diámetro de salida en el IE

Al hacer un análisis de comparaciones para el diámetro de salida sobre las variables de respuesta, se tiene para la figura 1, que el diámetro de menor tamaño tiene una firmeza menor, además según la figura 2, se tendrá un menor valor de humedad con respecto con el diámetro de mayor tamaño y además según la figura 3, se tendrá un mayor índice de expansión para un diámetro de salida menor, esto cumple con lo establecido en la norma INEN 2561 para bocaditos extruidos de productos vegetales.

Para el análisis de la incidencia de las formulaciones de acuerdo a la tabla 1, sobre las variables de respuesta se tiene que solo existe significancia sobre la firmeza y el índice de expansión, por lo que se hace un análisis de comparaciones para estas variables.

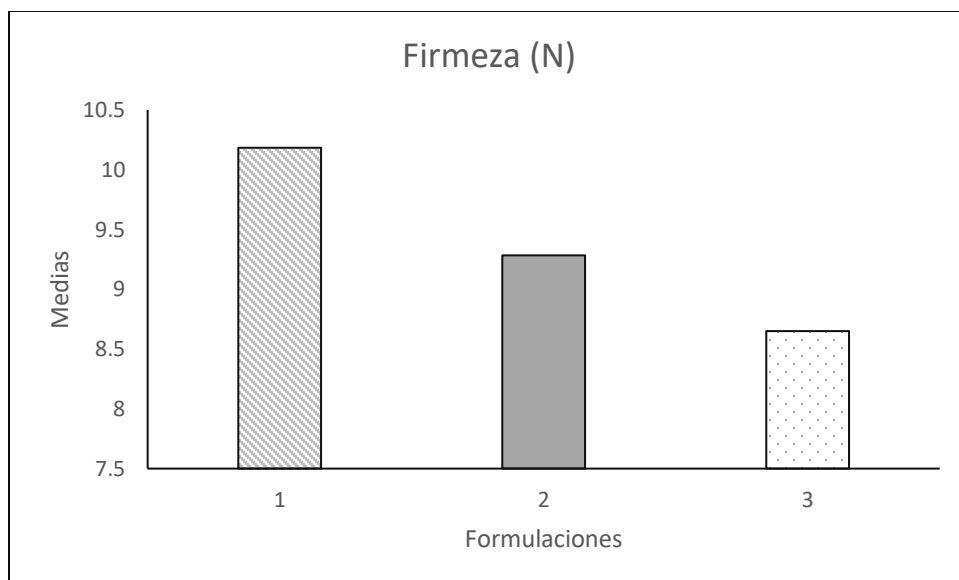


Figura 4. Efecto de las formulaciones sobre la firmeza

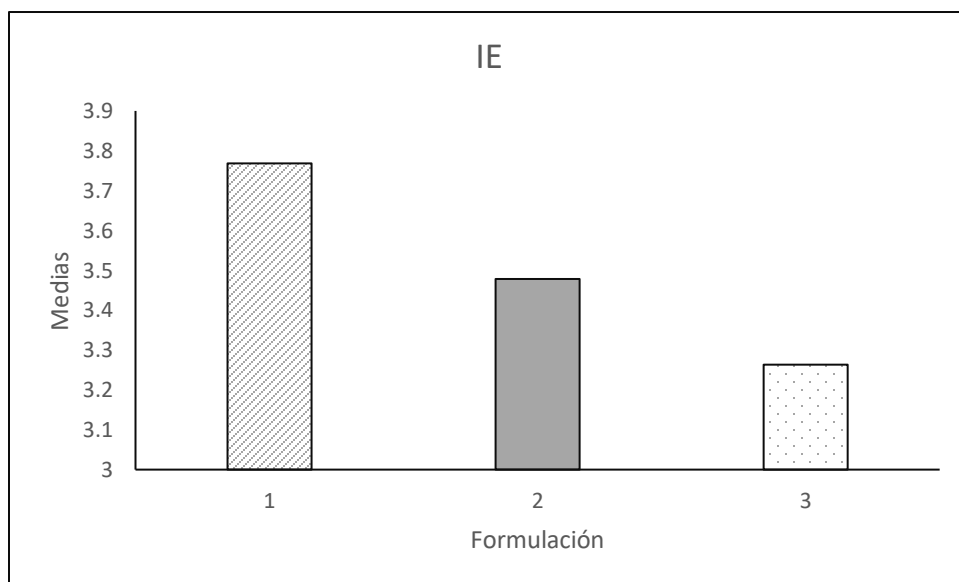


Figura 5. Efecto de las formulaciones sobre el índice de expansión

De la figura 4 se puede mencionar que la formulación 1 (50/50) tiene mayor valor de firmeza mientras que la formulación 3 (40/60) es el que menor valor de firmeza muestra, mientras que la figura 5 muestra que la formulación 3 (40/60) es el que menor índice de expansión presenta a diferencia de la formulación 1 que muestra un valor de expansión mayor. No se hace un análisis para la humedad ya que no muestra significancia al tener un $p > 0,05$.

Al analizar el efecto de la interacción según la tabla 1 se puede observar que solo existe significancia sobre la firmeza interacción al tener un $p \leq 0,05$

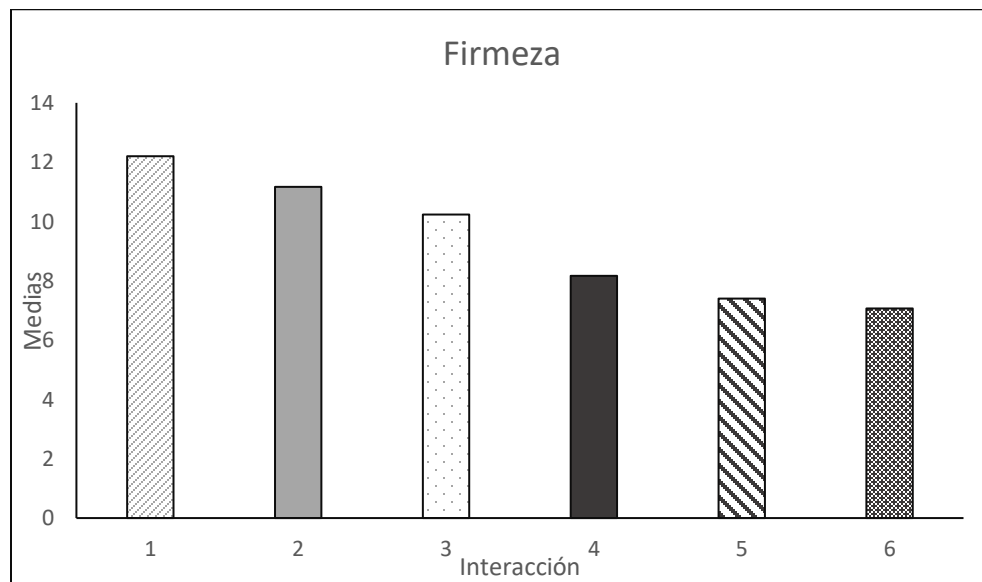


Figura 6. Efecto de las formulaciones sobre el índice de expansión

De la figura 6 se puede mencionar que la interacción 1 (DS=5; F= 3 40/50) es el que mayor firmeza muestra mientras que la formulación 6 (DS=3; F=1 50/50) es el que menor valor de firmeza muestra.

Conclusiones

Como conclusiones de la presente investigación se destacan las siguientes:

La inclusión de diferentes niveles de harina de cascara de plátano rojo y harina de pulpa en cada una de las formulaciones para la obtención de extruidos y el efecto de estas, en las variables de proceso y las características fisicoquímicas, permitió obtener un producto apto para el consumo obteniendo un mayor porcentaje de proteínas y fibra, para la formulación 60/40, lo que muestra la incidencia de la cascara de plátano en esta formulación.

Con respecto al índice de expansión, se muestra valores mayores para un diámetro de salida de 3mm, a diferencia del diámetro de salida de 5mm que muestra valores de índice de expansión menor. Esto pudo darse debido al mayor contenido de harina de cascara de plátano, en

comparación con la harina de pulpa, ya que durante la extrusión se genera estructuras con un mayor contenido de poros lo que favorece a la expansión.

Del análisis bromatológico se puede concluir que los extruidos de la harina de cascara de plátano cumplen con lo establecido en la norma INEN 2561 para bocaditos extruidos de productos vegetales lo que lo convierte en un producto apto para consumo de acuerdo a lo obtenido en la tabla 1.

Referencias bibliográficas

- Alonso, Marzo, et al. (27 de Noviembre de 2001). The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. *Sciencedirect*, 1-13. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840101003029>
- Choudhury, G., & Gautam, A. (2003). Hydrolyzed fish muscle as a modifier of rice flour extrudate characteristics. *Journal of Food Science*, 68, 1713–1721. doi:10.1111/j.1365-2621.2003.tb12318.x
- Gómez, Verdalet. (2013). Los alimentos extrudidos están por todos lados. *Ciencia y el HOMBRE*, 3.
- Leonard, W. (2019). Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY*.
- Rokey, G. (1995). TECNOLOGIA DE LA EXTRUSION E IMPLICACIONES NUTRICIONALES. *CURSO DE ESPECIALIZACIÓN: Avances en nutrición y alimentación animal*, 270-286.
- VALVERDE, M. (2018). La extrusión están permitiendo el desarrollo de nuevos ingredientes que intensifican y favorecen las cualidades de los alimentos . *AINIA*.
- Sarmiento, A., Morales, J., & López, G. (2020). *Caracterización del Bore (Alocasia macrorrhiza) y su utilización como fuente alternativa para la alimentación animal*. 49-54. <https://doi.org/10.23850/25004468.313>
- Rathod, R., & Annapure, U. (2016). Effect of extrusion process on antinutritional factors and protein and starch digestibility of lentil splits. *Food Science and Technology*, 66, 114–123. doi:10.1016/j.lwt.2015.10.028.
- Rodríguez-Miranda, J., Ramírez-Wong, B., Vivar-Vera, M., Solís-Soto, A., Gómez-Aldapa, C., Castro-Rosas, J., . . . Delgado-Licon, E. (2014). Effect of bean flour concentration (*Phaseolus vulgaris*), moisture content and extrusion temperature on the functional properties of aqua feeds. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 13, 649–666.
-

- Rueda, J., Kil-Chang, Y., & Martínez-Bustos, F. (2004). Functional characteristics of texturized defatted soy flour. *Agrociencia*, 38, 63–73. doi:10.1111/j.1541-4337.2007.00025.x
- Salinas-Moreno, Y., Pérez-Herrera, P., Castillo-Merino, J., & Álvarez-Rivas, L. (2003). Amylose: Amylopectin ratio in starch of nixtamalized maize flour and its relationship with tortilla quality. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26, 115–121.
- Silva-Dávila, R., Avendaño-Ibarra, R., & Franco-Gordo, M. (2013). Calamares y pulpos de la costa sur de Jalisco y Colima. In M.A. Franco-Gordo (Ed.). *Inventario de biodiversidad de la costa sur de Jalisco y Colima* (pp. 43–56). Autlán de Navarro: Universidad de Guadalajara.
- Wianecki, M. (2007). Evaluation of fish and squid meat applicability for snack food manufacture by indirect extrusion cooking. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6, 29–44.