

Artículo Original

**ELABORACIÓN DE UN SNACK SALADO EXTRUIDO A PARTIR DE
UNA MEZCLA DE HARINAS**

**PREPARATION OF AN EXTRUDED SALTED SNACK FROM A MIXTURE OF
FLOURS**

Magaly Duarte Ginorio^{1,2*} <https://orcid.org/0000-0002-0505-7589>

Luis Cruz Viera² <https://orcid.org/0000-0002-2802-0703>

¹ *Papas & Co S.A., Habana del Este, Cuba.*

² *Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.*

Recibido: Septiembre 7, 2023; Revisado: Diciembre 9, 2023; Aceptado: Enero 8, 2024

RESUMEN

Introducción:

Los productos extruidos en Cuba se elaboran a partir de harina de maíz, materia prima obtenida de la importación del maíz en grano. La tecnología de extrusión permite elaborar productos a partir de mezclas de harinas.

Objetivo:

Determinar la proporción adecuada de la mezcla de harinas de maíz y arroz y la temperatura de operación del extrusor.

Materiales y Métodos:

Se realizó un análisis granulométrico de ambas harinas. Se prepararon mezclas de harina de maíz (M) y harina de arroz (A). Se utilizó un extrusor industrial de 200 kg/h de capacidad y 4 mm de diámetro de boquilla. Las variables experimentales fueron la proporción M/A (90 M/10 A, 75 M/25 A y 60 M/40 A) y la temperatura (190 y 210 °C). Las variables investigadas fueron el índice de expansión y la humedad, así como las correspondientes a la evaluación sensorial.

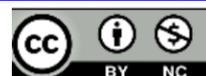
Resultados y Discusión:

La harina de arroz presenta una granulometría más fina que la de maíz; ello puede limitar su nivel de adición a la mezcla. Las variables investigadas resultaron independientes de la temperatura, pero dependientes de la proporción de las harinas. A



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Magaly Duarte, Email: magaly@papasco.co.cu



partir de la función de deseabilidad se obtuvo el mejor resultado para 60M/40A y 190 °C.

Conclusiones:

Las harinas de maíz y arroz tienen un contenido de almidón similar. El nivel de adición de harina de arroz queda determinado por la incorporación a la mezcla de partículas con menor tamaño. La calidad sensorial global, según la función de deseabilidad fue de 7,4 equivalente a buena.

Palabras clave: alimento extruido; extrusión; harina de arroz; harina de maíz; mezcla de harinas.

ABSTRACT

Introduction:

The extruded products in Cuba are produced from corn meal, a raw material obtained from imported corn grain. Extrusion technology allows the production of products from flour mixtures.

Objective:

To determine the adequate proportion of the corn and rice flour mixture and the extruder operating temperature.

Materials and Methods:

A granulometric analysis of both flours was made. Mixtures of corn flour (M) and rice flour (A) were prepared. An industrial extruder with a capacity of 200 kg/h and a nozzle diameter of 4 mm was used. The experimental variables were M/A ratio (90 M/10 A, 75 M/25 A y 60 M/40 A) and temperature (190 y 210 °C). The investigated variables were expansion and humidity as well as those corresponding to the sensorial evaluation.

Results and Discussion:

Rice flour shows a finer granulometry than corn flour; this may limit its level of addition to the mixture. The investigated variables were found to be independent of temperature, but dependent on the proportion of the flours. From the desirability function, the best result was obtained for 60 M/40 A and 190 °C.

Conclusions:

Corn and rice flours have similar starch content. The level of rice flour addition is determined by the incorporation of smaller particle sizes into the mixture. The overall sensory quality, according to the desirability function, was 7.4, equivalent to good.

Keywords: extruded feed; extrusion; rice flour; corn flour; flour mixture.

1. INTRODUCCIÓN

El término *snack* es internacionalmente empleado para identificar alimentos listos para comer, pequeños, ligeros, fáciles de manipular y que satisfacen momentáneamente la sensación de saciedad. Su consumo aumenta cada vez más, formando parte de la vida cotidiana especialmente de niños y adolescentes, siendo la confitería, galletas y productos salados (incluidas las patatas fritas y los extruidos) los más consumidos (Potter y col., 2013; Rodrigues y col., 2013; Kumari y col., 2020; Prabha y col., 2021).

La producción de alimentos extruidos en Cuba se realiza fundamentalmente a partir de harina de maíz, materia prima obtenida a partir de la importación del maíz en grano. La tecnología de extrusión permite elaborar productos a partir de mezclas de harinas (Lázaro y Sotelo, 2017; Ortiz y Barona, 2018; Rolandelli y col., 2022). Esta alternativa posibilita insertar harinas obtenidas a partir de granos de producción nacional, lo que influiría positivamente en el incremento de los niveles productivos y la satisfacción de la demanda, aumentando los beneficios económicos. Una posibilidad en tal sentido pudiera ser el empleo de mezclas de harinas de maíz y arroz para obtener productos sensorialmente aceptados por los consumidores y con propiedades fisicoquímicas compatibles con la tecnología de envase disponible en la industria.

El índice de expansión y la humedad son características fisicoquímicas del producto extruido que influyen directamente en su calidad sensorial, determinada por los atributos de textura: crujencia, fragilidad, tendencia a deshacerse en la boca y presencia de partes duras.

El objetivo del presente trabajo es determinar la proporción adecuada de la mezcla de harinas de maíz y arroz y la temperatura de operación del extrusor.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización de las materias primas

La harina de maíz fue suministrada por la UEB Molino “Comandante Daniel”, de Antilla, y la harina de arroz por la Empresa de Productos Lácteos Bayamo, pertenecientes a las provincias cubanas de Holguín y Granma, respectivamente. Teniendo en cuenta que partículas muy pequeñas forman una masa de baja viscosidad que no se transporta adecuadamente a través del tornillo del extrusor, se realizó la caracterización granulométrica de ambas harinas. Para ello se emplearon tamices de 850, 600, 425 y 259 μm (Mesh 20, 30, 40 y 60, respectivamente) en correspondencia con la escala Tyler contemplada en la *ASTM-E11* (Métodos Americanos de Pruebas Estándares referidas a telas de tamiz, por sus siglas en inglés). La 110 °C y tiempo de tres minutos (NEIAL 5912-11, 2017). Se tomaron 100 g de muestra de cada harina y los análisis se realizaron por duplicado. Los resultados se reportaron como la media con su desviación estándar. Se realizó, además, el conteo de hongos filamentosos (NC 585, 2017), según método de la NC 1004, (2016).

Asimismo, a las harinas se les determinó su composición proximal la cual contempló los contenidos de proteínas, almidón, grasas, fibras y cenizas, las que se expresaron como porcentaje con respecto a la masa de muestra. Estas determinaciones se realizaron mediante espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés) NC-ISO 12099, (2022).

2.2 Composición de las mezclas

Se prepararon mezclas de harina de maíz (M) y harina de arroz (A), identificadas a partir de la proporción harina de maíz/harina de arroz (MA) en cada una de ellas: 90 M/10 A, 75 M/25 A, 60 M/40 A, y denominadas MA₁, MA₂ y MA₃, respectivamente. Se preparó, además, una muestra control conformada solo por harina de maíz e identificada como M₀. Para la preparación de las mezclas se empleó una balanza

(Furobil, Francia) de 100 g de precisión.

2.3 Proceso de extrusión

Se empleó un extrusor industrial (Gimen, modelo CL-90, Italia) de 200 kg/h de capacidad y 4 mm de diámetro de boquilla. Los parámetros utilizados, según NEIAL-5912-04, (2019), fueron 190 y 210 °C, y con una humedad de la mezcla de 12 %, la que se logra añadiendo agua a la mezcla, si fuera necesario, al inicio de la operación de mezclado hasta alcanzar el nivel deseado. A la salida del extrusor, los productos pasaron al horno de cocción a 60 °C durante dos minutos y seguidamente al cilindro aromatizador donde se saborizaron con una mezcla de aceite de girasol, sal y sabor ajo. El producto fue envasado y sellado herméticamente (Martini, Italia) en paquetes de polipropileno transparente doble capa de 40 μ con una presentación de 30 g por unidad. La forma del producto fue cilíndrica.

2.4 Diseño experimental

Se consideraron como variables independientes MA y la temperatura del extrusor (T). En la tabla 1 se indican los niveles investigados de cada factor y su correspondiente codificación.

Tabla 1. Niveles de los factores investigados y su codificación

MA	90/10 (+1)	75/25 (0)	60/40 (-1)
T (°C)	190 (-1)	210 (+1)	

De acuerdo con el diseño factorial multinivel planteado, se efectuaron seis experimentos con su réplica de manera aleatoria. Las variables respuesta fueron el índice de expansión (IE) y el contenido de humedad (H), así como los atributos sensoriales de textura: crujencia, fragilidad, tendencia a deshacerse en la boca y partes duras. Se evaluó, además, la calidad sensorial global (CSG), considerada como indicador de la aceptación del producto. Para cada una de las variables respuesta consideradas se ajustó el siguiente modelo estadístico (ecuación 1):

$$y = b_0 + b_1MA + b_2T + b_3MA^2 + b_4MA.T \quad (1)$$

donde: y, variable respuesta: IE, H y atributos sensoriales.

El IE se evaluó como la relación entre el diámetro medio del extruso, dm (mm), y el diámetro del orificio de la boquilla del extrusor, do (mm). A cada muestra se le realizaron tres mediciones del diámetro y se calculó el valor promedio. Para la evaluación sensorial de cada atributo se empleó una escala lineal de 10 cm, con divisiones cada 2,5 cm según las calificaciones, en orden creciente, de: ausencia, ligera, moderada, marcada y muy marcada. La CSG se evaluó mediante una escala lineal de 10 cm, con divisiones cada 2,5 cm referentes, en orden creciente, a: pésimo, malo, aceptable, bueno y excelente. Las evaluaciones fueron realizadas por triplicado por un panel de siete jueces entrenados (ISO 8587, 2006).

En cada experimento se tomaron 20 bolsas las que contenían un total de 80 paquetes. En

cada experimento se obtuvo un total de 200 bolsas de producto, tomándose una bolsa por cada diez de estas a la salida de la máquina envasadora, lo que garantizaba una adecuada selección de las muestras a través del tiempo de elaboración. De cada bolsa se tomaron a su vez tres paquetes para evaluar IE y H, mientras que tres paquetes se destinaron a la evaluación sensorial. El tamaño de muestra se determinó a partir de la prueba de representatividad de la media de cada determinación y su desviación estándar, siendo el mayor tamaño de muestra requerido de ocho ($p < 0,05$).

2.5 Análisis estadísticos

Estos consistieron en definición de tamaño de muestras, ajustes de modelos, comparación de medias, previa comprobación de distribución normal, y optimización multirrespuesta mediante la función de deseabilidad. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa *Statgraphics Centurion XVII* (Statistical Graphics, Rockville, MD, E.U.A.).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de las harinas

La composición proximal de ambas harinas se muestra en la tabla 2, la que se corresponde con lo reportado en la literatura (Benítez, 2006; León y col., 2007; Reyes, 2009; Anna y col., 2016; Ortiz y Barona, 2018). La similitud en su composición, y en especial en el contenido de almidón, evidencia la posible sustitución parcial de la harina de maíz por la de arroz por ser este el factor más importante para obtener productos con índice de expansión y parámetros de textura adecuados (Faubion y Hosney, 1982; Shukla y col., 2005; Chevanan y col., 2007, Chevanan y col., 2008). El contenido de humedad de la harina de arroz es significativamente inferior al de la harina de maíz, lo que requiere el control de este parámetro en la mezcla de alimentación al proceso. El conteo de hongos filamentosos fue de 10 ufc/g en la harina de maíz y 12 ufc/g en la harina de arroz. Estos resultados cumplen con las especificaciones establecidas y con la NC 585, (2017), las que establecen valores límites $\leq 10^3$.

Tabla 2. Composición proximal de las harinas

<i>Componente (%)</i>	<i>Harina de maíz</i>	<i>Harina de arroz</i>
Proteínas	7,00 (0,32)a	7,36 (0,15)b
Humedad	13,68 (0,17)a	11,75 (0,09)b
Grasa	2,51 (0,08)a	2,45 (0,09)b
Fibra	1,69 (0,09)a	1,81(0,05)b
Cenizas	1,09 (0,04)a	1,47 (0,02)b
Almidón	68,57 (0,75)a	68,69 (0,30)a

(): desviación estándar

Letras diferentes indican diferencias significativas

3.2 Caracterización granulométrica

En la tabla 3 se muestra la caracterización granulométrica de las harinas. Esta indica que la incorporación de la harina de arroz a la mezcla, incrementa la proporción de

partículas de tamaño más pequeño.

Tabla 3. Análisis granulométrico de las harinas de maíz y arroz

<i>Harina de maíz</i>			<i>Harina de arroz</i>		
<i>Tamiz (μm)</i>	<i>Fracción retenida</i>	<i>Diámetro promedio (μm)</i>	<i>Tamiz (μm)</i>	<i>Fracción retenida</i>	<i>Diámetro promedio (μm)</i>
850	0,61	0,925	850	0,24	0,925
600	0,36	0,725	425	0,44	0,638
425	0,03	0,513	250	0,27	0,338
	0			0,05	0,215
Diámetro medio superficial (μm)		0,823	Diámetro medio superficial (μm)		0,504

3.3. Comportamiento de las variables investigadas

En la tabla 4 se reportan los modelos obtenidos para cada una de las variables investigadas, los que describen satisfactoriamente su comportamiento. La prueba de Durbin-Watson indicó en todos los casos la ausencia de autocorrelación serial de los residuos ($p > 0,05$). Con excepción del IE, las variables evaluadas muestran un comportamiento no lineal con MA. Todas las variables resultaron independientes de T, tanto como variable independiente o en interacción con MA. La figura 1 representa el comportamiento de cada una de las variables evaluadas.

Tabla 4. Coeficientes de los modelos, estadígrafos y valores óptimos de las variables evaluadas

<i>Término</i>	<i>IE</i>	<i>H</i>	<i>Crujencia</i>	<i>Fragilidad</i>	<i>Deshacer</i>	<i>P. duras</i>	<i>CSG</i>
Indep.	2,6050	-14,3875	30,0010	18,0875	28,4000	-37,2000	41,9501
A: MA	0,0142	0,5347	-0,5867	-0,3417	-0,5967	1,1267	-0,9525
B: T	--	--	--	--	--	--	--
A ²	--	0,0034	0,0036	0,0023	0,0039	0,0079	0,0063
AB	--	--	--	--	--	--	--
R ²	90,28	94,22	97,47	71,61	85,56	98,29	98,15
Error absoluto medio	0,0354	0,0841	0,0778	0,1319	0,1250	0,1028	0,0833
Durbin-Watson (P)	2,2804 (0,5592)	2,2563 (0,6463)	2,0440 (0,5139)	2,6292 (0,8402)	2,0187 (0,4978)	2,5484 (0,8044)	3,1627 (0,8972)

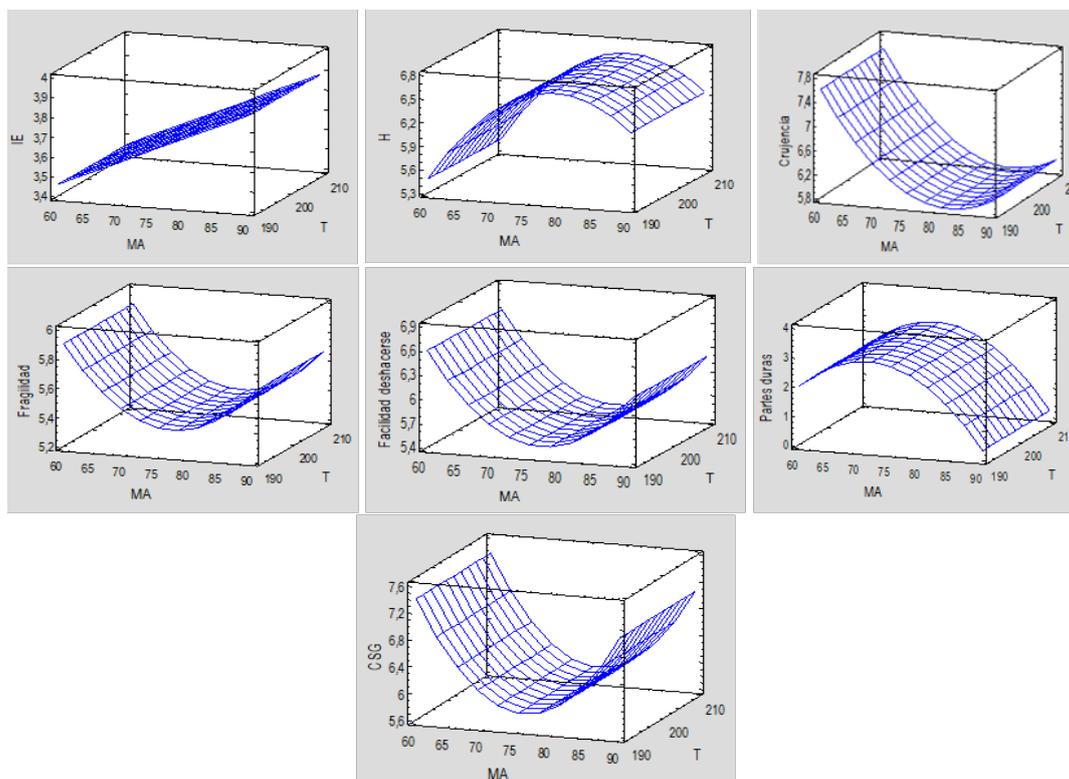


Figura 1. Superficie de respuesta estimada para cada una de las variables evaluadas

En la tabla 5 se reporta la función deseabilidad evaluada en cada condición del diseño, mientras que figura 2 representa su comportamiento con las variables del diseño. El óptimo de esta función fue 0,6830, correspondiendo con el experimento 1, 60 M/40 A y 190 °C (MA₁). Esta temperatura coincide con la temperatura empleada en la elaboración de Mo. con divisiones cada 2,5 cm referentes, en orden creciente, a: pésimo, malo, aceptable, bueno y excelente.

Tabla 5. Resultados de la evaluación de la función de deseabilidad

<i>Experi mento</i>	<i>Variante</i>	<i>Crujencia</i>	<i>Frag.</i>	<i>Desh.</i>	<i>P. duras</i>	<i>CSG</i>	<i>IE</i>	<i>H</i>	<i>Deseabil idad predicha</i>	<i>Deseabil idad observa da</i>
1	1	7,6	5,9	6,6	2,1	7,4	3,43	5,48	0,7429	0,0
10	2	5,8	5,4	5,6	2,9	6,0	3,86	6,63	0,0	0,0
4	3	6,0	5,7	5,7	0,3	7,1	3,91	6,63	0,5276	0,2511
3	4	7,6	5,9	6,6	2,0	7,4	3,44	5,49	0,7429	0,5819
11	5	6,1	5,4	5,6	2,6	6,0	3,68	6,62	0,0	0,1837
9	6	6,0	5,6	6,4	0,3	7,0	3,83	6,13	0,5276	0,5578
5	7	7,6	5,9	6,6	1,9	7,4	3,43	5,47	0,0	0,5101
8	8	6,3	4,9	5,4	3,3	5,6	3,67	6,64	0,1347	0,0
12	9	6,0	5,7	6,2	0,3	7,1	3,86	6,13	0,5284	0,5637
2	10	7,6	5,9	6,6	2,0	7,4	3,44	5,47	0,0	0,5574
7	11	5,8	5,4	5,5	2,9	5,7	3,68	6,63	0,1347	0,0
6	12	6,0	5,7	6,5	0,3	7,1	3,84	6,12	0,5284	0,3696

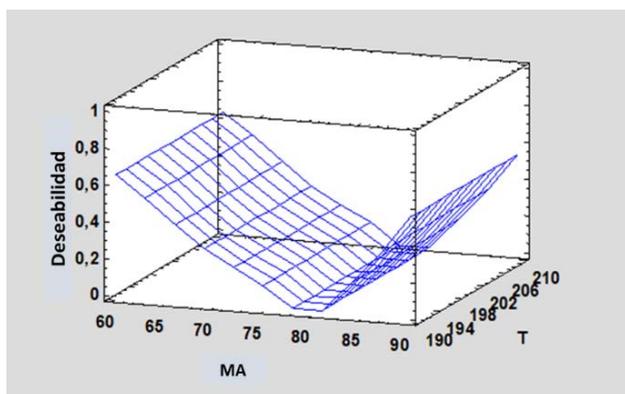


Figura 2. Superficie de respuesta estimada para la función deseabilidad

En la tabla 6 se reporta, a manera de comparación, la evaluación sensorial de los productos elaborados con la mezcla (MA_1) y con harina de maíz solo (Mo). La disminución del IE en el producto elaborado a partir de MA_1 está dada por la presencia de partículas más pequeñas en la mezcla. Ello incidió en los atributos de fragilidad y facilidad para deshacerse en la boca, pues una menor expansión provoca una menor cantidad de aire atrapado en la matriz sólida. Si bien los valores de los atributos sensoriales del producto elaborado con la formulación MA_1 son en general significativamente menores que con Mo , dichos valores se encuentran en el intervalo que define la misma evaluación cualitativa, en correspondencia con las escalas definidas en el epígrafe 2.4.

Tabla 6. Caracterización del producto elaborado con y sin mezcla de harinas

<i>Variable</i>	<i>Producto elaborado con MA_1</i>		<i>Producto elaborado con Mo</i>	
Crujencia	8,2 (1,0) a	Marcada	8,0 (0,1) a	Marcada
Fragilidad	7,6 (1,3) a	Marcada	9,0 (0,1) b	Marcada
Deshacer	7,5 (0,4) a	Marcada	9,0 (0,1) b	Marcada
Partes duras	2,0 (0,3) a	Ausencia	0,5 (0,1) b	Ausencia
CSG	7,5 (0,5) a	Bueno	9,0 (0,1) b	Bueno
IE	3,9 (0,2) a		4,1 (0,1) b	
H (%)	6,1 (0,2) a		7,3 (0,1) b	

(): desviación estándar

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4. CONCLUSIONES

1. Las harinas de maíz y arroz tienen una composición semejante destacándose el contenido de almidón, lo cual indica la posible sustitución parcial de la harina de maíz por la de arroz para conformar la mezcla a ser extruida.
2. La temperatura, en el intervalo investigado, no resultó significativa en el comportamiento de las variables investigadas. La función deseabilidad evaluada reportó que la mejor condición correspondió a la proporción de 60 M/40 A y 190 °C.
3. El nivel de adición de harina de arroz a la mezcla queda determinado por el efecto de la incorporación a esta de las partículas con menor tamaño en

sustitución de la harina de maíz de granulometría más gruesa. En ninguna de las condiciones evaluadas se evidenció la quema del producto por efecto de la harina de arroz.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los trabajadores de la empresa Papas & Co S.A. por su colaboración en la realización de los experimentos y evaluación de los productos, en especial a los de la línea de snack salado y el laboratorio de control de calidad.

REFERENCIAS

- Anna, A.K., Angel, A., Carbonell-Barrachina, J., Kolniak-Ostek, J., Tajner-Czopek, A., Rytel, E., Siwek, A., Miarka, D., & Drożdż, W., Sensory attributes and physicochemical features of corn snacks as affected by different flour types and extrusion conditions., *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 72, 2016, pp. 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.034>
- Benítez, C., El maíz: Origen, composición química y morfología., *Materiales Avanzados*. Instituto de Investigaciones de Materiales UNAM, Vol. 7, 2006, pp. 15-20. <https://www.iim.unam.mx/revista/pdf/numero07.pdf>
- Chevanan, N., Rosentrater, K.A., & Muthukumarappan, K., Twin-screw extrusion processing of feed blends containing distillers dried grains with solubles (DDGS)., *Cereal Chemistry*, Vol. 84, No. 5, 2007, pp. 428-436. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-84-5-0428>
- Chevanan, N., Rosentrater, K.A., & Muthukumarappan, K., Effect of DDGS, moisture content, and screw speed on physical properties of extrudates in single-screw extrusion., *Cereal Chemistry*, Vol. 85, No. 2, 2008, pp. 132-139. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-2-0132>
- Faubion, J., & Hosney, R., High-temperature short-time extrusion cooking of wheat starch and flour. I. Effect of moisture and flour type on extrudate properties., *Cereal Chemistry*, Vol. 59, No. 6, 1982, pp. 529-533. <https://www.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1982/Documents/CC1982a148.html>
- ISO 8587., Sensory analysis. Methodology-ranking. Second edition, 2006. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/15877/69a2f9b569704c2cafc3e907c0211fd0/ISO-8587-1988>
- Kumari, K., Kishore, A., Sinha, C., & Mridula, D., Extrusion processing of agri-horti and dairy products: A review., *International Journal of Chemical Studies*, Vol. 8, No. 1, 2020, pp. 1424-1433. <http://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1t.8458>
- Lázaro, J.E., y Sotelo, M.G., Optimización por diseño de mezcla de un snack de grits de maíz amarillo (zea mays), harina de quinua (chenopodium quinoa) y harina de garbanzo (cicer arietinum) obtenido mediante extrusión., Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agroalimentario, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3054>
- León, A.E., Rosell, C.M., Gómez, M., Brites, C., Haros, M., Trigo, M. J., Pedroza, R.,
-

- Pérez, E.E., Gularte, M.A., Iglesias, G., Collar, C., Repo-Carrasco, R., Cortez, G., Onofre, R., Quispe, L., Ramos, I., Puppo, M.C., Pérez, G.T., Ribotta, P.D., Añón, M.C., Oliete, B., Ronayne, P., y Benedito, C., De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica, Editorial Hugo Báez, Córdoba, Argentina, 2007, pp. 125-159. <http://hdl.handle.net/10261/17118>
- NC 1004., Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos., Técnica a 25 C, 2016. https://www.google.com/search?q=NC+1004&dq=NC+1004&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIKCAEQABgPGBYYHjIICAIQABgWGB4yCAgDEAAyFhge0gEIOTcwOGowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- NC 585., Contaminantes microbiológicos en alimentos. Requisitos sanitarios, 2017. https://www.google.com/search?q=NC+585&dq=NC+585&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyCQgAEEUYORiABDIKCAEQABgKGBYYHjIICAIQABgWGB4yCggDEAAyDxgWGB4yCggEEAAyDxgWGB4yCAgFEAAyFhgeMggIBhAAGBYHjIICAcQABgWGB4yCAgIEAAyFhgeMggICRAAGBYHjIICDYIMzRqMGo3qAIAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- NC ISO 12099., Alimentos para animales, cereales y productos derivados de cereales., Directrices para la aplicación de espectrometría de infrarrojo cercano, 2017. <https://www.iso.org/standard/67352.html>
- NEIAL-5912-11., Método de ensayo. Determinación del porcentaje de humedad por el método termogravimétrico para inspección de ensayo, control de proceso y control de calidad de producto terminado, 2017. https://www.google.com/search?q=NEIAL-5912-04&dq=NEIAL-5912-04&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIKCAEQABiABBiiBNIBCDI0OTlqMGo3qAIAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- NEIAL-5912-04., Extrusos de maíz. Proceso tecnológico, 2019. https://www.google.com/search?q=NEIAL-5912-04&dq=NEIAL-5912-04&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOzIGCAAQRrg70gEIODExNGowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Ortiz, M., y Barona, D.S., Procesamiento por extrusión de mezclas de maíz y arroz (harinas y salvados): Efecto del nivel de contenido de salvados sobre las características físicas de los extruidos., Tesis presentada en opción al Título de Ingeniería de los Alimentos, Universidad del Valle, Colombia, 2018. <http://hdl.handle.net/10893/17740>
- Potter, R., Stojceska, V., & Plunkett, A., The use of fruit powders in extruded snacks suitable for Children's diets., LWT - Food Science and Technology, Vol. 51, No. 2, 2013, pp. 537-544. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.015>
- Prabha, K., Ghosh, P., Abdullah, S., Joseph, R.M., Krishnan, R., Rana, S.S., & Pradhan, R.C., Recent development, challenges, and prospects of extrusion technology., Future Foods, Vol. 3, 2021, pp. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100019>
- Reyes, M.F.L., Caracterización reológica y de tamaño de partículas de harina de maíz, gluten de maíz, trigo, soya y arroz utilizados en la industria de alimentos extrudidos., Tesis presentada en opción al Título de Ingeniería Química, Universidad de los Andes, Colombia, 2009. <http://hdl.handle.net/1992/23893>
-

- Rodrigues, J.E., Caliari, M., Silva, L., & Soares, M., Optimization of extrusion variables for the production of snacks from by-products of rice and soybean., *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Vol. 33, No. 4, 2013, pp. 705-712. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940118016>
- Rolandelli, G., García-Pinilla, S., Cueto, M.A., Farroni, A.E., Gutiérrez-López, G.F., & Buera, M.d.P., Extrusión para el desarrollo de alimentos innovadores: caso de productos a base de maíz., Ediciones INTA, EEA San Pedro, 2022. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12976>
- Shukla, C., Muthukumarappan, K., & Julson, J., Effect of single-screw extruder die temperature, amount of distillers' dried grains with solubles (DDGS), and initial moisture content on extrudates., *Cereal Chemistry*, Vol. 82, No. 1, 2005, pp. 34-37. <https://doi.org/10.1094/CC-82-0034>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Ing. Magaly Duarte Ginorio. Conceptualización, investigación, conservación de datos, recursos, validación, redacción - primera redacción, visualización.
- Dr.C. Luis Cruz Viera. Conceptualización, metodología, supervisión, redacción - primera redacción, redacción - revisión y edición.