



Caracterización de las harinas de trigo (*Triticum aestivum*), y de residuo de naranja (*Citrus x aurantium*) y de manzana (*Malus domestica*) para su aplicación en alimentos

Characterization of wheat flour (*Triticum aestivum*), and orange (*Citrus x aurantium*) and apple (*Malus domestica*) residue for its application in food

Gloria J. Pascual-Chagman¹; Christian R. Encina-Zelada¹

¹ Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina, Lima, 15024, Perú.

ORCID de los autores

G. J. Pascual-Chagman: <https://orcid.org/0000-0001-6834-7121>

C. R. Encina-Zelada: <https://orcid.org/0000-0003-1891-8242>

RESUMEN

Se produjeron harinas a partir de residuos (cáscara) de naranja y manzana. Posteriormente, se evaluó su composición proximal, fibra dietaria, granulometría, análisis microbiológico y las coordenadas de color (L^* , a^* y b^*). Los resultados revelaron que las harinas de residuo de naranja (HRN) y harina de residuo de manzana (HRM) tienen un alto contenido en fibra (> 37%) y en la granulometría se obtuvo un 72 % de retención con una malla de 425 μm tanto para la HRN y HRM. Respecto a las coordenadas del color los mayores valores fueron para L^* (91,44) para HT, a^* (6,51) para HRM y b^* (22,66) para HRN. Todas las harinas cumplen los requisitos microbiológicos establecidos por la normativa local. Las harinas de residuos tienen un valor energético similar al de la harina de trigo y otras harinas convencionales, por lo que este estudio reveló que las harinas producidas a partir de la cáscara de naranja y manzana que se generan en grandes cantidades como subproductos agroindustriales, pueden utilizarse como ingredientes alternativos en diversos sectores de la industria alimentaria.

Palabras clave: *Triticum durum*; *Citrus x sinensis*; *Malus domestica*; análisis granulométrico; fibra dietaria.

ABSTRACT

Flours were produced from orange and apple residues (peel). Subsequently, their proximate composition, dietary fiber, particle size, microbiological analysis and color coordinates (L^* , a^* and b^*) were evaluated. The results revealed that the orange residue meal (HRN) and apple residue meal (HRM) have a high fiber content (> 37%) and in the granulometry, 72% retention was obtained in a 425 μm mesh for both HRN and HRM. Regarding color coordinates, the highest values were L^* (91.44) for HT, a^* (6.51) for HRM and b^* (22.66) for HRN. Finally, all flours meet the microbiological requirements established by local regulations. The waste flour has a similar energy value to wheat flour and other conventional flours, so this study revealed that flours produced from orange and apple peel, which are generated in large quantities as agro-industrial by-products, can be used as alternative ingredients in various sectors of the food industry.

Keywords: *Triticum durum*; *Citrus x sinensis*; *Malus domestica*; granulometric analysis; dietary fiber.

1. Introducción

El desperdicio de alimentos es un problema ecológico, económico y social. Cada año se pierden o desperdician unos 1.300 millones de toneladas de alimentos en todo el mundo. Además, las frutas, verduras y tubérculos representan alrededor entre el 40 al 50% de la cantidad de alimentos desperdiciados (Ravindran et al., 2018). La cáscara de plátano por sí sola contribuye al 35% del desperdicio, mientras que las manzanas pueden generar hasta el 11% de pulpa y semillas como residuos (orujo de manzana), en cítricos, hasta el 50% de los residuos proceden de cáscara, piel y semillas (Sagar et al., 2018).

Los residuos agroindustriales, son fuente importante de metabolitos secundarios, como los compuestos fenólicos, conocidos como la clase más importante de compuestos bioactivos con actividad antioxidante que se encuentran en los tejidos de los frutos (Rossetto et al., 2020). Asimismo, a partir de estos subproductos se puede obtener harinas ricas en fibras. Según Montagnese et al., (2017), va en aumento la búsqueda de alimentos saludables y funcionales por los consumidores en América Latina. Por lo tanto, la industria alimentaria debe desarrollar nuevos productos alimenticios con aditivos naturales y fibras dietaria, provenientes de residuos agroindustriales para utilizarlos como potenciales ingredientes.

Los beneficios para la salud de la fibra dietaria (FD) son bien conocidos. Tanto la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) como la FAO recomiendan una ingesta mínima de F.D. de 25 g/día. El Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos recomienda 33,6 g/día para los hombres de entre 19 y 30 años y 28 g/día para las mujeres de la misma edad. Sin embargo, la cantidad de ingesta real sigue estando por debajo de las recomendaciones de los países de la UE (Stephen et al., 2017). Por lo tanto, el desarrollo de productos alimenticios con un contenido adecuado de fibra es una estrategia eficaz para aumentar la ingesta de fibra dietaria.

Las harinas obtenidas a partir de residuos agroindustriales pueden utilizarse como ingrediente de fibra de etiqueta limpia. Otra ventaja del uso de estas fibras son sus compuestos bioactivos ligados, como ácidos fenólicos y carotenoides (Acosta-Estrada et al., 2014). En esta forma los compuestos bioactivos

pueden ser entregados eficazmente en el intestino ya que la fibra transporte a lo largo del tracto gastrointestinal, permitiendo así su liberación en el intestino tras la fermentación de la fibra por la microbiota intestinal (Gómez & Martínez, 2018). En tal sentido, la valorización de estos residuos es una estrategia clave para una producción amigable con el medio ambiente y así poder contribuir a la economía circular. Por todo lo antes mencionado, el objetivo de la presente investigación fue realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica en harina de residuo de naranja y de manzana para su potencial aplicación en alimentos.

2. Material y métodos

2.1. Materia prima

Harina de trigo (HT) panetonera Gi Plus (Alicorp, Lima, Perú), naranjas (*Citrus x aurantium*) y manzanas (*Malus domestica*) fueron adquiridas en un mercado local de la ciudad de Lima – Perú.

2.2. Obtención de harinas de residuos

Para obtener la harina de residuos de naranja (*Citrus x aurantium*) y manzana (*Malus domestica*), previamente las frutas fueron seleccionados, excluyendo aquellas con daños mecánicos, plagas y pudrición. Se higienizaron con 200 ppm de hipoclorito de sodio por 3 min y se lavaron con abundante agua. Luego, se procedió a la extracción del jugo de naranja y se separó las cáscaras con gajos de las semillas, y el residuo de manzana está compuesto por cascara y corazón (excluyendo las semillas). Posteriormente, las cascaras se cortaron en forma de tiras largas de 0.8 cm, fueron sometidas a un tratamiento térmico a 90 °C por 10 min y fueron secados a 70 °C por 22 horas. Las muestras se molieron usando el molino de martillos (Retsch SR 300, Alemania) y luego se tamizaron en tamices de una abertura de 0.05mm. Finalmente, las harinas fueron almacenadas en bolsas de polietileno de alta densidad a temperatura ambiente hasta análisis posteriores (Figura 1).



Figura 1. Harina de trigo; residuo de naranja y residuo de manzana.

2.3. Composición químico proximal

Se caracterizaron las HT, HRN y HRM según contenido de humedad, proteína, grasa y cenizas por el método (AOAC); el contenido de carbohidratos por diferencia. El valor energético se calculó aplicando los coeficientes energéticos de Atwater (4 kcal para proteína, 9 kcal para lípidos y 4 kcal para hidratos de carbono). El análisis de fibra dietaria insoluble (FDI) y fibra dietaria soluble (FDS) fueron determinados siguiendo los métodos 985.29 y 993.19 de la AOAC (2019) respectivamente. Mientras que la fibra dietaria total (FDT) se realizó por LMCTL-006 (2001)

2.4. Parámetros físicos

El análisis granulométrico de las harinas se determinó por el método 965-22 AOAC (1997) En tanto que el color de las harinas se determinó utilizando un colorímetro CM-5 (Minolta Camera Co., Osaka, Japón). La escala utilizada para analizar el color fue: L* (brillo; 0: negro, 100: blanco), a*(rojo-verde) y b* (amarillo-azul).

2.5. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico referido a *Sthapylococcus aureus*, *Salmonella*, hongos y levaduras fueron determinados según ICMSF (2000).

2.6. Análisis estadístico

Los resultados fueron expresados como valores medios \pm desviación estándar. Se aplicó ANOVA de una sola vía y prueba de comparación múltiple de TUKEY, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Todas las evaluaciones se realizaron por triplicado y los análisis utilizando la versión 3.4.4 del software R (R Core Team, 2021).

3. Resultados y discusión

3.1. Composición nutricional

Los resultados de la composición nutricional de las HT, HRN y HRM se muestran en la Tabla 1. El tipo de harina influyo significativamente ($p < 0,05$) en el contenido de proteína a favor de la HT

respecto a las HRN y HRM, esta diferencia en la HT es debida a que los componentes del cereal que lo deriva contienen mayor concentración de proteínas, a diferencia de las frutas (Aschemacher, 2014). El valor de la proteína en la HT es mayor a lo reportado por Cardoso et al., (2019) quienes consignan un valor de 13,4%. Asimismo, es superior a lo reportado por Lin et al., (2019) quienes encontraron un valor de 14,30% y a 12,04% reportado por Nasir et al. (2020) en harina de trigo, respectivamente. Las diferencias en la concentración de proteína en las harinas de trigo pueden estar influenciadas por los factores como: refinación, variedad, enmiendas y tipo de suelo. Por otro lado, el contenido de proteína de la HRM fue de 3,55%, valor cercano a lo reportado por Gutiérrez (2016) quien indica valor de 3,47% para cáscara de manzana y mandarina. En tanto que la HRN tuvo 4,88% de proteína, siendo ligeramente superior a lo reportado por Bussolo de Souza et al. (2018) quienes obtuvieron valores de 4,7% para cáscara de naranja. Sin embargo, los valores encontrados para proteína en la HRN y HRM son mayores a los reportados por Marçal & Pintado (2021) para la cascara de mango cuyo valor 2,1%. Por otro lado, los valores de HRM y HRN son menores a lo consignados por Martínez-Girón et al. (2017) quienes obtuvieron 6,18% para harina a partir de cascara de chontaduro (*Bactris gasipaes*). La variabilidad en el contenido de proteína en las cáscaras se puede deberse al tipo de fruta, estado de madurez, variedad y espesor de la cáscara analizada.

Con respecto a la humedad, se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) en las muestras en estudio a favor de la HT. Estos valores son similares a los reportados por Ponce et al. (2016) quienes obtuvieron un valor de 13,04% para HT.

La HT se encuentran dentro de los parámetros de la 205.064 (NTP 2015) consignando 15% de humedad como máximo.

Tabla 1

Composición nutricional de las harinas en base seca

Componente (%)	Harina de trigo	Harina de residuo de naranja	Harina de residuo de manzana
Humedad	13,6 \pm 0,07a	5,7 \pm 0,03c	7,83 \pm 0,01b
Proteína*	16,09 \pm 0,00a	4,88 \pm 0,10b	3,55 \pm 0,12c
Grasa	1,04 \pm 0,03c	2,65 \pm 0,01a	2,29 \pm 0,01b
Ceniza	0,69 \pm 0,02c	3,71 \pm 0,07a	1,89 \pm 0,19b
Carbohidratos	82,18 \pm 0,12c	88,76 \pm 0,18b	92,28 \pm 0,32a
Energía total, Kcal	402,43 \pm 0,25c	434,84 \pm 0,49a	430,78 \pm 0,76b

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$). *Factor 6,25.

Los resultados de humedad permiten indicar que las muestras tienen un bajo riesgo de contaminación microbiológica, coincidiendo con Høderuge et al. (2016) quienes indican que la humedad es un factor crítico para el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas. Por lo tanto, los niveles bajos son beneficiosos para una mayor vida útil del producto.

Respecto a la grasa se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las harinas a favor de la HRN respecto a la HRM y HT. El valor de la HRN fue superior a lo reportado por Martínez et al. (2015) quienes obtuvieron valores de 1,84% y 1,73% respectivamente para harina de residuos de mango y naranja. Asimismo, son superiores a los reportados por Marçal & Pintado (2021) autores que obtuvieron 1,6% de grasa en cáscara de mango. Por otro lado, el contenido de grasa en la HRM es menor a lo reportado por Gutiérrez (2016) que indica valor de 3,18%. La diferencia en macronutrientes en parte puede deberse a varios factores, como la variación genética, clima, temperatura, condiciones de cultivo, operaciones de secado y procesamiento. Respecto a la grasa en la HT fue superior a lo reportado por Cardoso et al. (2019) quienes reportaron valores de 0,61%. Sin embargo, es inferior a lo consignado por Nasir et al. (2020) quienes encontraron un valor de 1,9%. La diferencia en el contenido de grasa puede estar influenciado por la molienda, operación en la cual se elimina el salvado y germen, reduciendo así el contenido de grasa de la harina.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido de cenizas a favor de la HRN respecto a la HRM y HT. La HRN fue superior a lo reportado por Umbreen et al. (2020) quienes encontraron un valor de 3,43% en cáscara de mango. También, fue superior a lo reportado por Almeida et al. (2020) quienes obtuvieron 2,12% de ceniza en harinas de residuo de feijoa (*Acca sellowiana*). En cuanto al contenido de cenizas, la HT presentó valores similares, a lo reportado Frakolaki et al. (2018) cuyo valor fue de 0,69%. Asimismo, superior a lo reportado por Cardoso et al. (2019) quienes obtuvieron un valor 0,61%. El valor de ceniza en la HT se encuentra dentro de las especificaciones de la 205.064 (NTP 2015), que consigna un valor de 0,75% máximo. En tanto que los carbohidratos mostraron la misma tendencia que el resto de nutriente y su valor depende de la concentración del resto de nutrientes.

La energía total obtenida por las muestras en estudio presentó un rango de 402,43 a 434,84

kcal; estos resultados evidenciaron que no existía diferencia significativa en la energía total obtenida por parte de la HRN, HRM y de HT. La mayor parte de esta energía total obtenida por parte de las harinas fueron proveniente de los carbohidratos. Sin embargo, el aporte de las proteínas y grasa en la energía total varió en función de la muestra de estudio; ya que en la HRN y HRM se obtuvo un mayor aporte de energía por parte de las grasas. Mientras que, en la HT, el segundo lugar fue de la proteína como mayor aportante de la energía total.

3.2. Fibra dietaria

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para la FDT a favor de la HRM respecto a la HRN y HT (Tabla 2). El valor de FDT en la HRM es superior a lo reportado por Gorjanović et al. (2020) quienes encontraron un valor de 45%. Sin embargo, es ligeramente inferior a lo reportado por Do Espírito Santo et al., (2012) quienes obtuvieron un valor de 63,27%. Respecto a la HRN es inferior a lo reportado por Martínez-Girón et al. (2017) quienes obtuvieron un valor de 49,80% de FDT en harinas de residuos de mango y naranja. Igualmente, es inferior al 48,4% reportado por Ferreira et al. (2015) en harinas de residuos de frutas y verduras. La superioridad mostrada por los diferentes autores en el HRN se debería en gran parte a la variedad, estado de madurez y espesor de la cáscara naranja utilizada. Por otro lado, la FDT de la HT fue superior a lo consignado por Sanchez (2016) quien determinó un valor de 5,7%.

En cuanto a la FDS se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) a favor de la HRM respecto a la HRN y HT. El contenido de FDS en la HRM es superior a lo reportado por Bae et al. (2016) quienes encontraron un valor de 1,08% para manzana entera en polvo. Asimismo, es superior a lo reportado por Wang et al. (2016) quienes obtuvieron un valor de 5,72% en cáscaras de tomate. Con respecto a la HRN es superior a lo reportado por Kurbas et al. (2019) quienes encontraron 13,42% FDS en cáscara de naranja y a lo reportado por Figuerola et al. (2005) quienes obtuvieron un valor de 10,28% en harina de naranja. Los valores de FDS en las HRM y HRN fueron superiores a los valores reportados por Ferreira et al. (2015) quienes consigan 9,6% en harina de subproductos hortifrutícolas.

Respecto a la FDI tuvo la misma tendencia que la FDS y FDT, encontrando diferencias significativas ($p < 0,05$) a favor de la HRM respecto a la HRN y HT. El contenido de FDI en la HRM fue superior a

lo reportado por Dhingra et al. (2012) quienes consignan un valor de 1,8%. Mientras que es inferior a lo reportado por Kirbaş et al. (2019) cuyo valor es de 44,57% en harina de residuos de manzana. En lo que se refiere al contenido de FDI en la HRN es superior a lo reportado por Garcia-Amezquita et al. (2018) quienes encontraron un valor de 19,16%. Sin embargo, es inferior a lo reportado por Figuerola et al. (2005) quienes indican un valor de 54% en harina de naranja. Los valores de FDI en HRM y HRN fueron superiores a 33,73 y 20,0% reportados en harinas de frutas exóticas de Baru (*Brazilian almon*) y Jabuicaba (*Plinia cauliflora*) por Resende & Franca (2019). La industria alimentaria utiliza el salvado de cereales para aumentar el contenido de fibra en los alimentos procesados y como sustituto de grasa en diversos productos. Sin embargo, los subproductos de las frutas son una fuente alternativa de fibra dietaria, con ventajas nutricionales y funcionales, como, menor contenido de ácido fítico y valor energético, mayor proporción de fibra soluble/insoluble y mejor capacidad de adsorción de aceite y retención de agua (Garcia-Amezquita et al., 2018). La fibra insoluble se caracteriza principalmente por incrementar el tránsito intestinal y el volumen fecal, mientras que la fibra soluble incrementa la densidad de la digesta, reduciendo la absorción de nutrientes y por ende disminuye el nivel de azúcar en sangre. Asimismo, favorece el crecimiento de la microbiota benéfica, la cual produce ácidos grasos de cadena corta

teniendo función a nivel local del tracto digestivo y sistémico (Yin et al., 2018). Además, el consumo de fibra en cantidades adecuadas mejora la inmunidad, previene enfermedades cardiovasculares, diabetes y de cáncer colorrectal (Bolanho et al., 2015). La Asociación Americana de Diabetes (ADA) sugiere una ingesta diaria de fibra de 25 a 30 g/día. Escudero (2006) y Ramírez & Pacheco (2009) sugieren que la relación FDI/FDS en los alimentos debe ser cercana 3:1, a fin de generar impactos favorables en la salud del consumidor, relaciones mayores podrían provocar problemas de flatulencia, entre otros. La relación FDI/FDS en harinas elaboradas es menor a lo recomendado, sin embargo, la relación FDI/FDS determinada en la HRN es superior a 0,95:1 y 1,38:1 en harina de naranja (Guerra et al., 2020; Mosa & Kkalil, 2015).

3.3 Análisis de granulometría

Se observó, que en los dos primeros tamices (# 20 y #30) hubo baja retención de harinas debido al mayor diámetro del tamiz comparado con las partículas (Tabla 3). Se encontró un valor máximo de 72% de retención en el tamiz #40 con un tamaño de partícula de 425 μm tanto para la HRN y HRM. Valor que es mayor a lo determinado por Brito et al. (2019) quienes encontraron un 23% de retención en tamiz de 425 a 500 μm , para harina de residuos de frutas y verduras. Tal es así que Rosentrater & Evers (2018) sugiere una granulometría de 450 μm en la elaboración de pastas alimenticias.

Tabla 2

Fibra dietaria en las harinas obtenidas en base seca

Componente (%)	Harina de trigo	Harina de residuo de naranja	Harina de residuo de manzana
Fibra dietaria total (FDT)	6,60 \pm 0,02c	37,96 \pm 2,06b	61,24 \pm 0,04a
Fibra dietaria soluble (FDS)	2,31 \pm 0,03c	14,74 \pm 0,07b	21,71 \pm 0,02a
Fibra dietaria insoluble (FDI)	4,28 \pm 0,01c	24,81 \pm 0,01b	39,55 \pm 0,02a
FDI/FDS	1,85:1	1,68:1	1,82:1
FDI/FDT	64,91	65,36	64,58

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 3

Porcentaje de retención en harinas de residuos de naranja y manzana

Nº tamiz	Apertura (μm)	HRN	HRM
20	850	4	4
30	600	---	---
40	425	72	72
60	250	16	12
100	150	8	12
Fondo	0	0	0
Total		100	100

Por otro lado, el CODEX Alimentarius señala que el 98% de harina o más debe pasar a través de un tamiz (#70) de 212 μm . Mientras que en la práctica general el tamaño de partícula media se mantiene en un rango de 350 a 2000 μm para obtener buenos resultados. Tamaños de partículas finos pueden tener efectos negativos ya que pueden absorberse en el intestino (Moreno et al., 2003).

3.4. Caracterización microbiológica

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la caracterización microbiológica en HT, HRN y HRM, los mismos cumplen con lo establecido en la RM 591-2008 MINSA. La carga microbiológica presente en las harinas del estudio es similar a los resultados obtenidos por Cardoso et al. (2019) quien reportó un valor de 2,46 UFC/g para mohos, 2,24 UFC/g en levaduras y ausencia de *Salmonella* en 25 g de muestra. Igualmente, coinciden con lo reportado por Khanom, Shammi, & Kabir, (2016) quienes encontraron un valor de 5.33 UFC/g en harinas sin envasar. También, Berghofer, Hocking, Miskelly & Jansson (2003) reportaron ausencia de *Salmonella spp* (25 g de muestra) en harina de trigo de Australia. Los microorganismos son contaminantes constantes de las harinas, ya que se originan en el periodo de

vegetación de los cereales y forman parte integral de la masa del grano. En condiciones desfavorables son inactivos y no representan un peligro potencial para la salud (Plavsic et al., 2017).

3.5. Color de las harinas

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los parámetros de color L^* , a^* y b^* de las harinas (Tabla 5). Respecto a la coordenada L^* presentó mayor valor en la HT, este valor fue similar a lo reportado por Nasir et al. (2020) quienes obtuvieron valores de L^* 87, a^* 0,59 y b^* 9,34 en HT. Respecto a la HRM, tuvo el mayor valor para la coordenada a^* , sin embargo, este valor es menor a lo reportado por Mello et al., (2021) quienes encontraron un valor de a^* 25,93 en cáscara seca de *Citrus sinensis*. Por otro lado, tanto la HRN y HRM el valor b^* fue superior a lo reportado por Brito et al. (2019) quienes consignaron un valor b^* : 10,1 en harinas de residuos de frutas y verduras. Los valores positivos para a^* se correlacionan con el color rojo, b^* con el color amarillo, y los que pueden atribuirse a los carotenoides presentes en las harinas. El color es un parámetro importante al considerarse su posible aplicación en el desarrollo de productos (Resende & Franca, 2019).

Tabla 4

Análisis microbiológicos en harina de trigo y harina de residuo de naranja y manzana

N°	Harina	Análisis	Microorganismos (UFC/g)
1	Trigo	Mohos y Levaduras	<100 UFC/g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 UFC/g
		<i>Salmonella</i>	Ausencia / 25g
2	Naranja	Mohos y Levaduras	<100 UFC/g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 UFC/g
		<i>Salmonella</i>	Ausencia / 25g
3	Manzana	Mohos y Levaduras	<100 UFC/g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 UFC/g
		<i>Salmonella</i>	Ausencia / 25g

Tabla 5

Parámetros de color de las harinas

	L^*	a^*	b^*
Harina de trigo	91,45 \pm 0,003a	0,93 \pm 0,003b	10,84 \pm 0,004c
Harina de naranja	82,75 \pm 0,002b	-1,72 \pm 0,004c	22,66 \pm 0,016a
Harina de manzana	76,36 \pm 0,004c	6,51 \pm 0,008a	22,15 \pm 0,003b

4. Conclusiones

Las harinas obtenidas a partir de subproductos de manzana y naranja pueden clasificarse como fuentes con alto contenido en fibra dietaria. Este estudio reveló que las harinas producidas a partir

de la cáscara y naranja y manzana, que se generan en grandes cantidades como subproductos agroindustriales pueden utilizarse como ingredientes alternativos en diversos sectores de la industria alimentaria.

Referencias bibliográficas

- Acosta-Estrada, B. A., Gutiérrez-Urbe, J. A., & Serna-Saldívar, S. O. (2014). Bound phenolics in foods, a review. *Food Chemistry*, 152, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.093>
- Almeida, J. dos S. O. de, Dias, C. O., Arriola, N. D. A., de Freitas, B. S. M., de Francisco, A., Petkowicz, C. L. O., Araujo, L., Guerra, M. P., Nodari, R. O., & Amboni, R. D. M. C. (2020). Feijoa (*Acca sellowiana*) peel flours: A source of dietary fibers and bioactive compounds. *Food Bioscience*, 38, 100789. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100789>
- Aschemacher, N. (2014). Determinación del contenido de nutrientes en frutas, hortalizas y productos derivados (conservas, congelados), y desarrollo de una tabla de información nutricional para este grupo de alimentos. XXI Encuentro de Jóvenes Investigadores de La Universidad Nacional Del Litoral. Ciencias de La Salud. Nutrición. Grupo X, 1–4.
- Bolanho, B. C., Danesi, E. D. G., & Beléia, A. D. P. (2015). Carbohydrate composition of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by-products flours. *Carbohydrate Polymers*, 124, 196–200. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.02.021>
- Brito, T. B., Carrajola, J. F., Gonçalves, E. C. B. A., Martelli-Tosi, M., & Ferreira, M. S. L. (2019). Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. *Food Research International*, 121, 412–421. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.058>
- Bussolo de Souza, C., Jonathan, M., Isay Saad, S. M., Schols, H. A., & Venema, K. (2018). Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: Cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 16, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2018.08.001>
- Cardoso, R. V. C., Fernandes, A., Heleno, S. A., Rodrigues, P., González-Paramás, A. M., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*, 280, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.063>
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 255–266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>
- Do Espírito Santo, A. P., Cartolano, N. S., Silva, T. F., Soares, F. A. S. M., Gioielli, L. A., Perego, P., Converti, A., & Oliveira, M. N. (2012). Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology*, 154(3), 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.12.025>
- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., & Gonçalves, E. C. B. A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822–830. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(3), 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.036>
- Frakolaki, G., Giannou, V., Topakas, E., & Tzia, C. (2018). Chemical characterization and breadmaking potential of spelt versus wheat flour. *Journal of Cereal Science*, 79, 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.023>
- García-Amezquita, L. E., Tejada-Ortigoza, V., Campanella, O. H., & Welti-Chanes, J. (2018). Influence of Drying Method on the Composition, Physicochemical Properties, and Prebiotic Potential of Dietary Fibre Concentrates from Fruit Peels. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9105237>
- Gómez, M., & Martínez, M. M. (2018). Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(13), 2119–2135. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>
- Gorjanović, S., Micić, D., Pastor, F., Tosti, T., Kalušević, A., Ristić, S., & Zlatanovic, S. (2020). Evaluation of apple pomace flour obtained industrially by dehydration as a source of biomolecules with antioxidant, antidiabetic and antiobesity effects. *Antioxidants*, 9(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/antiox9050413>
- Gutiérrez, E. (2016). Elaboración de panes con fibra dietaria por adición de bagazo de manzana (*Malus domestica*) y mandarina (*Citrus reticulata*) en polvo. May. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4218.2000>
- Moreno, Antonia. Heredia.; Jimenez, Ana. José, Fernandez-Bolaños, Juan.; Guillen Bejarano, Rafael.; Rodríguez, Rocio. 2003. Fibra alimentaria. Editorial. CSIC. Madrid. España. 280 pag.
- Høderug, D. I., Costescu, C. I., Corpaş, L., Høderug, N. G., & Isengard, H. D. (2016). Differentiation of rye and wheat flour as well as mixtures by using the kinetics of Karl Fischer water titration. *Food Chemistry*, 195, 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.124>
- ICMSF. (2000). The International Commission on Microbiological Specifications for Foods (E. Acibia (ed.); Vol I. Par).
- Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S., & Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 914–926. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>
- Lin, J., Gu, Y., & Bian, K. (2019). Bulk and Surface Chemical Composition of Wheat Flour Particles of Different Sizes. *Journal of Chemistry*, 2019, 10–12. <https://doi.org/10.1155/2019/5101684>
- Marçal, S., & Pintado, M. (2021). Mango peels as food ingredient / additive: nutritional value, processing, safety and applications. *Trends in Food Science and Technology*, 114, 472–489. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.012>
- Martínez-Girón, J., Rodríguez-Rodríguez, X., Pinzón-Zárate, L. X., & Ordóñez-Santos, L. E. (2017). Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae) obtenida por secado convectivo. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(3), 599–613. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:747
- Martínez, G., Díaz, C., & Martínez, L. (2015). Propiedades hidrodinámicas de la fibra dietaria a partir de cascaras de naranja (*Citrus sinensis*) y mango (*Mangifera indica* L.). *Ingenium*, 9(26), 11–19.
- Mello, R. E., Fontana, A., Mulet, A., Corrêa, J. L. G., & Cárcel, J. A. (2021). PEF as pretreatment to ultrasound-assisted convective drying: Influence on quality parameters of orange peel. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 72(July). <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102753>
- Montagnese, C., Santarpia, L., Iavarone, F., Strangio, F., Caldara, A. R., Silvestri, E., Contaldo, F., & Pasanisi, F. (2017). North and South American countries food-based dietary guidelines: A comparison. *Nutrition*, 42, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.05.014>
- Nasir, S., Allai, F. M., Gani, M., Ganaie, S., Gul, K., Jabeen, A., & Majeed, D. (2020). Physical, Textural, Rheological, and Sensory Characteristics of Amaranth-Based Wheat Flour Bread. *International Journal of Food Science*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8874872>
- Norma Técnica Peruana 205.064. 2015. Trigo. Harina de trigo para consumo humano. Requisitos. Segunda edición.
- Plavsic, D., Skrinjar, M., Psodorov, D., Saric, L., Psodorov, D., Varga, A., & Mandic, A. (2017). Mycopopulations of grain and flour of wheat, corn and buckwheat. *Food and Feed Research*, 44(1), 39–45. <https://doi.org/10.5937/ffr1701039p>
- Ponce, J. C., Malaga, J., Huamani, A., & Chuqui, S. (2016). Optimización de la concentración de la α -amilasa y lactosuero en el mejoramiento de las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales del pan francés. *Agroindustrial Science*, 5(1), 127–132.
- Ravindran, R., Hassan, S. S., Williams, G. A., & Jaiswal, A. K. (2018). A review on bioconversion of agro-industrial wastes to industrially important enzymes. *Bioengineering*, 5(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/bioengineering5040093>
- Resende, L. M., & Franca, A. S. (2019). Flours based on exotic fruits and their processing residues-features and potential applications to health and disease prevention. *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, 387–401. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814639-2.00030-7>

- Rossetto, R., Maciel, G. M., Bortolini, D. G., Ribeiro, V. R., & Isidoro, C. W. (2020). Acai pulp and seeds as emerging sources of phenolic compounds for enrichment of residual yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) through the biosorption process. *Journal Food Science and Technology*, 128, 109–447. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109447>.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., & Lobo, M. G. (2018). Residuos de frutas y verduras: compuestos bioactivos, su extracción y posible utilización. *Rev.Food Science*, 17, 512–531.
- Sanchez, I. (2016). Nutrientes y compuestos bioactivos del trigo: fibra y polifenoles. Trabajo Fin de Grado Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.
- Stephen, A. M., Champ, M. M. J., Cloran, S. J., Fleith, M., van Lieshout, L., & Mejbom, H. (2017). Dietary fibre in Europe: Current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition Research Reviews*, 30(2), 149–190.
- Umbreen, H., Arshad, M. U., Noreen, R., & Aftab, K. (2020). Ameliorative effect of apple pomace and mango peels against hyperlipidemia and lipid peroxidation induced by hyperlipidemic diet. *Sains Malaysiana*, 49(6), 1273–1282.
- Yin, X. A., Liu, Y., Yang, Z., Zhao, Y., Cai, Y., Sun, T., & Yang, W. (2018). Eco-compensation standards for sustaining high flow events below hydropower plants. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.204>

