

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE JUGO DE «MARACUYÁ» (*PASSIFLORA EDULIS*) PARA CONSUMO HUMANO. UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Luz Eufemia López Ráez

Universidad Nacional Federico Villarreal

ORCID: 0000-0002-5425-1900

Nancy Georgina Torres Zavala

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

ORCID: 0000-0001-8753-9962

Luis Alberto Dávila Solar

Universidad Nacional Federico Villarreal

ORCID: 0000-0002-6562-1313

Resumen: El objetivo de este artículo es hacer una revisión de la literatura sobre el uso de residuos del procesamiento de jugo de maracuyá, entre los que se hallan las cáscaras y pepas. El 96% de la producción nacional de este fruto se destina a la exportación de jugo, y el 62% es cáscara, rica en diversos componentes —como fibra dietaria o pectina, entre otros— que pueden emplearse para la elaboración de subproductos, considerando que la disponibilidad de materias primas y la accesibilidad a alimentos para consumo humano es uno de los problemas cruciales que enfrenta la humanidad, así como el desequilibrio medioambiental ocasionado por la acción antropogénica derivada de la explotación y rentabilidad de recursos sin prever su sostenibilidad para las generaciones venideras. Dado el costo de las pruebas experimentales que genera el diseño y elaboración de productos, se desarrolla esta investigación para identificar las alternativas de utilización de los residuos de la materia prima, y en una siguiente etapa evaluar su potencial para elaborar productos adicionales al convencional, conocidos como subproductos. Se utilizaron las bases de datos Scopus y Science Direct para la revisión sistemática de las publicaciones del periodo 2014-2020.

Palabras claves: Maracuyá, Residuos del proceso alimentario, Consumo humano, Alimento funcional, Revalorización de residuos, Perú.

Use of Residues from the Processing of *Passiflora Edulis* «Passion Fruit» Juice for Human Consumption. A Bibliographical Review

Abstract: The objective was to review the bibliography about the use of residues from the processing of passion fruit juice. Due 96% of the national production of this fruit is destined to the export of juice, where 62% is peel, which is rich in dietary fiber, pectin, among other components; that can be used for the production of by-products, considering that the availability of raw materials and accessibility to food for human consumption is one of the crucial problems facing humanity, understanding that the environmental imbalance was caused by anthropogenic action derived from exploitation and profitability of resources without foreseeing their sustainability for future generations. Given the cost of the experimental tests generated by the design and elaboration of products, this investigation is developed to identify the alternatives of use of the residuals of the raw material, and in a next stage to evaluate their potential to elaborate additional products to the conventional known as by-products. The Scopus and Science Direct databases were used for the systematic review of publications from 2014 to 2020.

Keywords: Passion Fruit, Food Process Residues, By-Product, Human Consumption, Functional Food, Waste Revaluation, Peru.

Luz Eufemia López Ráez

Doctora en Ingeniería por la Universidad Nacional Federico Villarreal, Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Master Science por la Universidad Politécnica de Valencia en España. Ha participado como evaluadora de publicaciones en revistas y de proyectos Innóvate. Ha publicado en *Industrial Data* de la UNMSM, *Anales del Master en Ingeniería de Alimentos* de la Universidad Politécnica de Valencia, con estudios doctorales en la misma institución. Desarrolla investigaciones orientadas al diseño y mejoramiento de productos, aplicación de tecnologías de la 4ta. Gama; estudiando la percepción y generación de subproductos. Actualmente, es directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Alimentaria de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Se desempeña como profesora en asignaturas de maestría y doctorado.

Correo: llopezr@unfv.edu.pe

Nancy Georgina Torres Zavala

Ingeniera Química, con Maestría en Dirección de Empresas Industriales y de Servicios por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con Diplomado de Especialización en Sistemas de Gestión ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 31000:2018 E ISO 45001:2018, ISO/FSSC 22000, ISO/IEC 17025:2017, PMP® #2067806. Cuenta con quince años de experiencia en implementación, gestión y dirección de laboratorios y análisis de procesos en empresas industriales nacionales y extranjeras, en los rubros de lubricantes, combustibles, minería metálica, minería no metálica y automotriz.

Correo: nancytorresz2018@gmail.com

Luis Alberto Dávila Solar

Doctor en Ingeniería por la Universidad Nacional Federico Villarreal, Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Master Science por la Universidad Politécnica de Valencia en España. Ha publicado en *Industrial Data* de la UNMSM, *Anales del Master en Ingeniería de Alimentos* de la Universidad Politécnica de Valencia, entre otras revistas. Desarrolla investigaciones orientadas al diseño y mejoramiento de productos, aplicación de tecnologías de la 4ta. Gama. Actualmente, es director de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Correo: ldavila@unfv.edu.pe

1. Introducción

La contaminación ambiental y la reducción de la disponibilidad de materias primas son algunos de los retos que afrontamos hoy en día a nivel mundial (Oprea & Gaceu 2016), por lo cual, varias investigaciones se están orientando a la denominada economía circular (Prieto-Sandoval, Jaca & Ormazabal 2017) y, paralelamente, a la minimización de impactos ambientales negativos utilizando la ingeniería verde (Loayza & Silva 2013).

En ese contexto, se requiere utilizar los diferentes tipos de desechos orgánicos de la industria alimentaria, aprovechando su composición proximal para la elaboración de subproductos. Ello permitirá reducir la generación de compuestos volátiles resultado de la fermentación y deterioro, así como la de compuestos químicos o medios de cultivo para el desarrollo de contaminantes biológicos, entre otros agentes que implican el desequilibrio medioambiental. Así, el estudio se orienta a la utilización de los residuos clasificados como recortes vegetales y cáscaras, según Ravindran & Jaiswal (2016). Tomando como referencia los reportes de Viva *et al.* (2018), que usan semillas y hojas para la elaboración de yogurt, y de Göksel y Dogan (2016), que incorporan fibra dietaria en la fabricación de mantequilla utilizando estos desechos del proceso.

Según ADEX (2019), el Perú destina anualmente el 96% de la producción de maracuyá a la exportación, en forma de pulpa o jugo —destacando internacionalmente en este rol—, lo que deja como residuo la cáscara, que constituye el 62% del fruto (Casa Luker 2010). En el país ya se han desarrollado tesis señalando la utilidad de esta cáscara. Es el caso del trabajo de Caballero y Escobedo (2019), que muestran la actividad antioxidante de una bebida refrescante a partir de harina de cáscara de maracuyá; de Guerrero (2019), que estudia su aprovechamiento para obtener pectina; de Valdes y Alvaro (2019), con la evaluación del efecto de la adición de fibra dietética del mesocarpio del maracuyá (*Passiflora edulis*) en diferentes porcentajes en el yogurt; o el de Villanueva (2018), con la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de *cupcakes*; entre otros. Sin embargo, en

su mayoría, los residuos del proceso productivo de jugo o pulpa de maracuyá se destinan a la elaboración de alimento para animales.

Por ello, se consideró pertinente efectuar una revisión de artículos de investigación en bases de datos como Science Direct y Scopus, desde el año 2014 al 2020, para identificar alternativas de utilización de los residuos de la línea de procesamiento indicada, a fin de mejorar el rendimiento de la materia prima elaborando productos para consumo humano.

Así, se planteó como problema: ¿cuáles son las alternativas de utilización de la cáscara y pepitas de maracuyá, que son los residuos de la línea de procesamiento del jugo o pulpa de maracuyá, para elaborar alimentos funcionales destinados al consumo humano? Al identificar estas alternativas, se podrá determinar el potencial de estos residuos para uso alimentario, mejorando el rendimiento del fruto a través de la elaboración de, por ejemplo, harina de maracuyá o de la pectina como aditivo que se importa por su poder gelificante, y cuyo costo de producción en el país probablemente sería menor al del importado.

2. Metodología

Para desarrollar la revisión sistemática de la literatura científica se aplicó la metodología PRISMA citada por Moher *et al.* (2016). Se emplearon como términos de búsqueda distribuidos en las bases de datos empleadas:

En Science Direct:

- waste passion fruit juice AND functional food AND human consumption
- waste passion fruit juice AND human consumption NOT functional food

En Scopus:

- TITLE-ABS KEY (waste AND passion AND fruit AND juice AND functional AND food)

En ambas, la búsqueda consideró documentos publicados desde 2014, incluyendo artículos, artículos de investigación, capítulos de libros, ponencias y revisiones. Se omitieron publicaciones duplicadas, para la revisión de archivos se consideraron los que contenían en su título o en el resumen: *Passion fruit*, transformación de los residuos para uso alimentario, en el contexto de cáscara y pepitas. Se excluyeron del análisis las publicaciones que indirectamente desarrollaban el tema de la materia prima en estudio, dado que se enfocaban a una búsqueda general, denominada: frutas tropicales. Se recopiló solo información en inglés y que fuese de acceso abierto.

En la base de datos Science Direct, además, se excluyó en la búsqueda el término «alimentos funcionales», dada la especificidad de la palabra. No se trabajó con la información del año 2014. Para ampliar la revisión de la información fue conveniente utilizar los términos *byproducts*, así como el de *seeds*. La búsqueda recuperó 61 documentos, de los cuales solo 9 son de acceso abierto.

La búsqueda en Scopus, recuperó un total de nueve documentos, de los cuales solo tres fueron de acceso abierto.

Luego de la lectura de los resúmenes de los setenta documentos, se seleccionaron seis para hacer un análisis en profundidad, por ser los más relevantes al abordar para el maracuyá los términos: cáscara, fibra dietaria, pectina, antioxidantes, aplicaciones tecnológicas. Términos que se orientan al consumo humano, empleando el residuo del proceso como materia prima para la obtención de componentes complementarios que mejoren los alimentos, así como el desarrollo de tecnologías para su extracción e incorporación que impulsen la elaboración de subproductos.

3. Resultados de la revisión bibliográfica

3.1 Uso de residuos de maracuyá

Tomando en cuenta los estudios realizados por Chung, Muro, Ontaneda, Palas & Rodríguez (2018), que señalan que el procesamiento de residuos de la industria de elaboración de jugo de maracuyá es económicamente rentable a nivel mundial —pudiendo transformarse en un producto para consumo directo, aumentando el rendimiento del fruto—, y considerando los enfoques tecnológicos orientados a la ingesta humana, a continuación se compartirán —de forma resumida— los hallazgos encontrados en los seis artículos seleccionados.

- a) Goss *et al.* (2018) reportan que uno de los edulcorantes que más se emplea en la industria alimentaria es la sacarosa, en su forma de jarabe de maíz, por su alto contenido en fructosa. Pero esta inclusión en los alimentos procesados está causando daños a la salud, como son la dislipidemia, hipertensión, hígado graso e inflamaciones, que conllevan a la disfuncionalidad hepática por estrés oxidativo, que se vincula con la diabetes y enfermedades coronarias. De ahí que, considerando que el cambio de hábitos alimentarios es difícil en la población, se está impulsando la utilización de las propiedades intrínsecas de la materia prima para la elaboración de alimentos y su consumo; como es el caso

del maracuyá (*Passiflora edulis* Var. Flavicarpa), que a sus cualidades sedativas, antiespasmódicas y ansiolíticas se puede añadir que la cáscara mejora la sensibilidad a la insulina en animales de laboratorio, pues su contenido en fibra inhibe los efectos de una dieta rica en grasa por su capacidad antioxidante (Caballero & Escobedo 2019). Además, las bebidas probadas en ratas jóvenes previenen la esteatosis hepática inducida por la dieta baja en fructosa (Goss *et al.* 2018).

- b) Bussolo, Jonathan, Isay, Schols & Venema (2018) estudian el potencial de fibra dietaria presente en la cáscara del maracuyá, sea como pectina o hemicelulosa, enfatizando la capacidad de retención de la glucosa ingerida durante cinco horas. Considerando que los problemas de salud son ocasionados por un consumo bajo de fibra dietaria —con un recomendado de 30 g de fibra dietaria/día—, la caracterización de los residuos de la cáscara de maracuyá, la determinación de su composición, identificación de su solubilidad y el análisis de cromatografía de alta eficacia son esenciales para determinar su potencial en principios activos, facilidad de ingesta y elaboración de alimentos funcionales. Los análisis indicados servirán para el diseño y elaboración de alimentos funcionales que protejan la salud gastrointestinal, reduciendo los casos de cáncer de colon. Por ejemplo, se determinaron concentraciones de carbohidratos de 49.5%, 47.7% y 62.8% en la cáscara de maracuyá, de los cuales el 19.8% y 23.4% corresponden a pectina de baja esterificación, que puede incorporarse en la elaboración de jaleas y mermeladas de bajo contenido calórico. A lo que se agrega como subproducto la obtención por fermentación de una microbiota específica (Bussolo *et al.* 2018).
- c) Ningrum *et al.* (2018) reportan que el 39% de residuos se genera en los hogares y el 14% en la industria alimentaria, correspondiendo 0.5 billones de toneladas a residuos sólidos, de los que pueden recuperarse: componentes bioactivos, pectina, lípidos, flavonoides, fibras, etcétera; los que pueden usarse además como pienso animal o para la generación de biocombustible, a los que se agregan los residuos generados por los servicios de alimentación, de expendio comercial, entre otros. Surge así la necesidad de reducir la contaminación ambiental, gastando menos recursos y valorando sus residuos, convirtiéndolos en subproductos para consumo humano. En el caso de la línea de producción de jugo de maracuyá, se encontró que se pueden obtener subproductos útiles por su contenido nutricional y nutracéutico, de estos, 40.07% a

34.79% son de fibra dietaria —constituyéndose en una ecoinnovación—, de la cual pueden elaborarse saborizantes, colorantes a partir de los carotenoides, productos ricos en antioxidantes, agentes enzimáticos, cuya demanda, además, está en aumento en el mercado internacional.

- d) Lima *et al.* (2018) indican que en la elaboración de jugos solo se aprovecha el 30% de la materia prima, de ahí que el 70% son desperdicios, de los cuales se puede obtener harina con capacidad antioxidante y de reducir la absorción de la glucosa, que llega a capturar el 50% de los radicales libres, actuando como inhibidor del *Staphylococcus aureus*, un patógeno que produce toxinas pirogénicas que pueden causar shock y envenenamiento al consumidor, de ahí su aplicación como un indicador de calidad en alimentos. Asimismo, el uso de estos residuos en la fabricación de alimentos funcionales como fuentes de antioxidantes, antimicrobianos para la preservación de alimentos deshidratados, o como suplementos para pacientes enfermos de Alzheimer (al inhibir la acetilcolinesterasa), o que ayudan a la inhibición del envejecimiento prematuro, contribuyen a mejorar la calidad de vida de los consumidores. Lima *et al.* coinciden con los autores previos en que estos subproductos pueden servir contra diferentes enfermedades.
- e) Youssef *et al.* (2019) coinciden con los autores citados sobre la fibra dietaria de la cáscara de maracuyá. Caracterizan químicamente su estructura soluble; estudian su efecto gastroprotector al realizar pruebas con ratas, en las que se inducía la formación de úlceras por ingesta de etanol; mencionan el uso de las hojas para el tratamiento de la ansiedad y el insomnio; su efecto reductor de la glucosa en la sangre, por lo cual se indica su efecto contra la diabetes y la disminución de los niveles de triglicéridos en mujeres con hipercolesterinemia; observan que en pruebas realizadas con animales se evitó que ganasen peso con una dieta isocalórica, mejorando sus parámetros de glucosa y eliminando más lípidos en las excretas fecales. En dietas con alto contenido de grasas, los animales mejoraron su sensibilidad a la insulina, metabolismo de la glucosa, niveles séricos e incrementos de leptina. Asimismo, profundizan en las técnicas empleadas para determinar que el 20% de la fibra soluble dietaria está constituida por 92% de ácido galacturónico, que presenta homogalacturano esterificado de alta metilación (70%), para su obtención desgrasaron la harina de cáscara de maracuyá amarillo, la secaron, sometieron al análisis

AOAC 991.43, se separaron por centrifugación las fases, se eliminó el sobrenadante, se lavó y posteriormente se liofilizó la materia remanente.

- f) Finalmente, de Aguiar *et al.* (2019) estudian el albedo de la cáscara del maracuyá por su contenido de pectina con la *Annona crassiflora* Mart, en la producción de jaleas, helados, mermeladas y otros productos de bajas calorías.

En los estudios revisados se observa que la fibra dietaria está presente en la cáscara de maracuyá —en las harinas derivadas—, de ahí que es un subproducto útil para el consumo humano por sus componentes bioactivos, que pueden orientarse a la elaboración de alimentos funcionales. Considerando que el Perú es un exportador de maracuyá, sea como pulpa o concentrado, se entiende que los residuos del procesamiento del fruto contaminan el entorno, aún cuando es factible dar un mayor valor al recurso. Y, precisamente, para dar mayor valor a estos residuos, se requiere:

- determinar los rendimientos de los desechos derivados de la línea de producción de jugo de maracuyá por variedad;
- cuantificar los componentes nutricionales;
- evitar las contaminaciones cruzadas durante la manipulación de los residuos;
- diseñar equipos para la producción a mayor escala de harina, pectina o suplementos que puedan emplearse para la obtención de alimentos funcionales, dadas las investigaciones realizadas;
- determinar la actividad gastroprotectora de los antioxidantes presentes en los residuos de las diferentes variedades de maracuyá, así como su capacidad antimicrobiana; y
- evaluar el potencial de los residuos para mantener una producción continua que abastezca una producción industrial de alimentos para consumo humano, que implica el diseño de equipos idóneos para el proceso.

3.2 La producción de maracuyá en el Perú

Pasando al caso peruano, de Lama y Tezén (2017) indican que en 2013 el Perú se encontraba entre los principales exportadores de jugo de maracuyá de la región, siendo superado por Ecuador, Brasil y Colombia. En la Figura 1 se puede observar que no hay países competidores significativos en otros continentes, por lo que la rivalidad se acentúa en Sudamérica. Brasil lidera la producción mundial con un 50 a 60% de la misma; no obstante, la demanda interna de este país es tan alta que, durante los apogeos del ciclo de vida de

esta fruta, Brasil importa jugo de maracuyá para poder satisfacer su demanda interna. Ecuador es el segundo mayor productor y el máximo exportador de jugo de maracuyá del mundo.

Fig. 1. Principales regiones productoras de maracuyá en 2013



Fuente y elaboración: de Lama y Tezén (2017).

Por otro lado, en el Perú las principales empresas exportadoras de jugo de maracuyá son Quicornac S.A.C. y Frutos Tongorrape S.A., con una participación del 54% y 17% en las exportaciones totales, respectivamente, hasta diciembre de 2020 (Agrodata Perú 2021).

Fig. 2. Principales exportadores de jugo de maracuyá



Fuente y elaboración: Agrodata Perú (2021).

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE JUGO DE MARACUYÁ
(*PASSIFLORA EDULIS*) PARA CONSUMO HUMANO

En el marco nacional, entre los principales países destino de las exportaciones nacionales de jugo de maracuyá destacan Países Bajos (72%) y Estados Unidos (16%).

Tabla 1. Participación de mercados mundiales para el jugo de maracuyá exportado de Perú en 2019

País de destino	2019		
	Valor FOB (dólares)	Peso neto (kilos)	Peso bruto (kilos)
Países Bajos	30 737 315.36	11 923 449.10	12 793 205.84
Estados Unidos	6 906 472.91	1 698 978.43	1 830 449.99
Chile	1 122 237.77	460 241.54	501 556.36
Bélgica	975 954.21	515 204.00	556 426.93
Puerto Rico	693 594.04	378 100.00	405 129.79
Francia	627 578.60	342 055.00	370 385.00
Canadá	522 509.70	113 248.50	121 762.06
España	266 887.04	157 000.00	169 620.00
Inglaterra	246 707.76	160 160.00	177 060.00
Colombia	202 667.50	71 750.00	76 285.00
Rusia	195 403.21	106 620.00	116 216.00
Italia	177 362.51	97 960.00	106 660.00
República Dominicana	127 971.50	42 010.00	45 280.00
Korea	69 090.34	35 002.00	37 713.11
Nueva Zelanda	62 801.60	29 820.00	32 716.00
Portugal	43 800.00	22 000.00	23 908.37
Alemania	19 033.00	10 000.00	11 035.00
Panamá	1 507.08	432.00	500.00
Emiratos Árabes Unidos	2.00	5 182.00	5 454.00
TOTAL	42 998 896.13	16 164 035.75	17 375 914.90

Fuente y elaboración: SUNAT (2019).

De acuerdo al Trade Statistics for International Business Development (Trade Map 2021), el Perú, en la actualidad, no cuenta con una producción nacional de pectina. En la tabla 2 se muestra la relación de importaciones peruanas de las pectinas entre 2018 y 2020, resaltando que la pectina, con partida arancelaria 1302.20.00.00 (ver tabla 3), en promedio tiene 306 009 kg de importaciones como demanda insatisfecha.

Tabla 2. Listado de mercados abastecedores de materias pécticas, pectinatos y pectatos importado por Perú

Exportadores	2018	2019	2020
México	184 275	138 060	148 650
China	56 550	77 879	100 200
Italia	13 800	12 000	12 000
Dinamarca	7 500	8 200	3 874
España	925	1 677	2 850
Brasil	78 800	67 500	400
Bélgica		325	125
Uruguay	123		107
Estados Unidos	53	54	75
Suiza	1 500		
Colombia		25	
Alemania		500	
Total (kg)	343 526	306 220	268 281
Importación (USD)	4 473 000	3 922 000	3 410 000
Precio (USD/kg)	13.02	12.81	12.71

Fuente y elaboración: Trade Map (2021).

Considerando que el residual de la cáscara constituye el 62% del fruto (Casa Luker 2010) y que en 2019 se exportaron 16 164 035.75 kg de jugo de maracuyá (SUNAT 2019), se tendría una alternativa de uso de 26 372 900.4 kg de cáscara, y con un precio aproximado de venta para la harina de maracuyá de 32.48 USD/kg (Mercado Libre 2020a) se obtendría un ingreso bruto de 713 455 314.4 USD; y para la elaboración de la pectina, con un precio aproximado de 12.85 USD/kg (Trade Map 2021), promedio de los precios de 2018 a 2020, se obtendría un ingreso bruto de 67 100 570.5 USD.

Tabla 3. Generación de ingresos brutos

Subproducto (partida arancelaria)	kg desecho 2019	% Utilización cáscara	kg subproducto	Precio venta \$ USD/kg	Ingreso bruto \$ USD
Harina de maracuyá (1106.30.90.00)	26 372 900.4	83.3%	21 965 988.9	32.48	713 455 314.4
Pectina (1302.20.00.00)		19.8 - 23.4%	5 696 546.5	12.85	67 100 570.5

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE JUGO DE MARACUYÁ
(*PASSIFLORA EDULIS*) PARA CONSUMO HUMANO

Según los ingresos que se aprecian en la tabla 3, en el Perú sería conveniente producir harina de maracuyá, pero se necesita continuar investigando sobre los posibles mercados de exportación, además del que ya existe en Valparaíso, Chile (Rojas 2017); mientras que para la producción de pectina se podría cubrir la demanda del mercado interno de 306 009 kg, que representaría el 5.9% del total a producir, pues se tendría como ventaja competitiva el tiempo de entrega, la distancia, el ahorro en el flete de envío, en trámites de aduanas, entre otros.

Si bien la cáscara de maracuyá constituye el 53% del peso del fruto y las semillas el 21%, con un contenido de proteína de 2 a 6%, con una digestibilidad del 40%, en el mercado peruano se las utiliza sobre todo para la alimentación de ganado (Sánchez *et al.* 2019). Sin embargo, en los reportes vistos en este documento se muestran los beneficios que tienen estos residuos por su potencialidad antioxidante, capacidad antimicrobiana, acción hepatoprotectora, así como por ser fuente de fibra dietaria y de pectina, además de su caracterización y evaluación de digestibilidad, todo esto enfocado al consumo humano.

Sin profundizar en el flujo del proceso productivo, los parámetros para la obtención de subproductos, los rendimientos y eficacia de los métodos que se están aplicando, se sabe que en países limítrofes como Ecuador (Bastidas, Lázaro & Yucta 2018) y Brasil están consumiendo y exportando harina de maracuyá, por lo cual, para la realidad peruana es un producto innovador (Rojas 2017), cuyo diseño de línea ya se ha desarrollado en el norte del país (Chung *et al.* 2018). En el Perú, se estima un precio minorista de la harina de maracuyá en S/ 119.20/kg, mientras que, por ejemplo, en Uruguay es de \$ 670/kg (Mercado Libre 2020a). Así, las alternativas de aprovechamiento industrial de los residuos de la elaboración de jugo de maracuyá para ingesta humana¹ se orientan a la fabricación de harinas, caracterizadas por su contenido de pectinas y fibras, pudiendo tipificarse como alimento nutraceutico. Por lo que otro subproducto sería la pectina (Escobedo 2013), cuyo costo comercial por 1 kg es de S/ 132 (Mercado Libre 2020b).

La generación de los subproductos a partir de estos residuos es coincidente con los movimientos europeos que buscan reducir la contaminación medioambiental, mejorar el rendimiento de la materia prima y obtener productos de menor costo incidiendo en las operaciones de ingeniería verde.

Además, es necesario ampliar los estudios de los residuos del procesamiento de maracuyá, por ejemplo, en el tratamiento de las pepitas del fruto, dado que en otras realidades las están empleando para la obtención de aceite que se utiliza en productos cosméticos, siendo una alternativa su investigación para ingesta humana.

¹ Cabe destacar que se están desarrollando trabajos de laboratorio para la obtención de aceite de maracuyá de empleo cosmetológico (Pantoja-Chamorro, Hurtado-Benavides & Martínez-Correa 2017; Proaño, Rivadeneira, Moncayo & Mosquera 2020) y comparación de métodos de extracción de este producto (Hoyos & Sánchez 2019), los que no han sido tratados en esta revisión porque no se destina a consumo humano.

4. Conclusiones

La utilización de los residuos de la elaboración industrial de zumo de maracuyá como pienso animal conlleva a un bajo rendimiento de la materia prima a corto plazo, así como a la pérdida de capital al no dar valor agregado a estos desechos, que en otros países emplean para la obtención de harinas y pectinas, entre otros subproductos. Por ello, en el Perú se requiere modificar la línea de procesamiento del jugo, incluyendo operaciones de limpieza y estabilización de la materia prima. La fabricación de subproductos conllevará a reducir el impacto ecológico negativo, así como a proporcionar un alimento funcional para consumo humano.

Referencias

- ADEX (27 de noviembre de 2019). *Perú: Identifican semillas de maracuyá de alta calidad para potenciar exportaciones*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/11/27/peru-identifican-semillas-de-maracuya-de-alta-calidad-para-potenciar-exportaciones/>
- Agrodata Perú (2021). "Maracuyá Jugos Perú Exportación 2020 diciembre". (Consulta 16 de abril del 2021). <https://www.agrodataperu.com/2021/01/maracuya-jugos-peru-exportacion-2020-diciembre.html>
- Bastidas, E., Lázaro, B. & Yucta, K. (2018). Plan de negocio para elaboración de harina a base de cáscara de maracuyá hacia Alemania. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30189/1/TESIS%20HARINA%20A%20BASE%20DE%20CASCARA%20DE%20MARACUY%C3%81%20-TUTORA-TELLO%20GRACE-AUTORES-BASTIDAS-LAZARO-YUCTA.pdf>
- Bussolo, C., Jonathan, M., Isay, S.M., Schols, H. & Venema, K. (2018). Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: Cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel. *J. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 16, 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2018.08.001>
- Caballero, M. & Escobedo, A. (2019). *Actividad antioxidante de una bebida refrescante elaborado a partir de harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulis)*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3385/49225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casa Luker (2010). *Agroindustria y mercadeo del maracuyá*. <https://fdocuments.ec/document/agroindustria-y-mercadeo-del-maracuya.html>
- Chung, J. A., Muro, N. P., Ontaneda, M., Palas, S. & Rodríguez, S.F. (2018). Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina a base de la cáscara de maracuyá en Quicornac S.A.C. Tesis de pregrado, Universidad de Piura. <https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3829/>

- P Y T _ I n f o r m e _ F i n a l _ P r o y e c t o _ H A R I N A M A R A C U Y A .
pdf?sequence=1&isAllowed=y
- De Aguiar, A. O., dos S. Rodrigues, D., de Souza, A. R. M., da S. Soares, C., Ibiapina, A., de M. Filho, A., dos S. Oliveira, M. O. & de S. Martins, G. A. (2019). Use of Passion Fruit's Albedo as a Source of Pectin to Produce Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) Preserves. *Chemical Engineering Transactions*, 75, 223-228. Doi: 10.3303/CET1975038
- De Lama, D. & Tezén P. (2017). *Estudio de prefactibilidad de la implementación de una empresa procesadora de arilos de granada y jugo concentrado de maracuyá para su exportación al mercado europeo*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9707/LAMA_DANIELA_PROCESADORA_ARILLO_GRANADA_JUGO_MARACUYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Escobedo, G. M. (2013). *Valorización de la cáscara de maracuyá (Passiflora edulis Flavicarpa Deg.) como subproducto para obtener pectina usando como agente hidrolizante ácido cítrico*. Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/491/1/TL_Escobedo_Soberon_GilbertoMartin.pdf
- Göksel, M. & Dogan, M. (2016). Incorporation of dietary fiber concentrates from fruit and vegetable wastes in butter: Effects on physicochemical, textural, and sensory properties. *European Food Research and Technology=Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung.A*, 242(8), 1331-1342. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-016-2637-9>
- Goss, M. J., Nunes, M. L. O., Machado, I. D., Merlin, L., Macedo, N.B., Silva, A. M. O., Bresolin, T. M. B. & Santin, J. R. (2018). Peel flour of *Passiflora edulis* Var. Flavicarpa supplementation prevents the insulin resistance and hepatic steatosis induced by low-fructose-diet in young rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 102, 848-854. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.03.137>
- Guerrero, F. (2019). *Aprovechamiento de la cáscara de maracuyá para obtener pectina en la empresa Quicornac S.A.C. con el fin de aumentar sus ingresos*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/338549225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hoyos, J. E. & Sánchez, S. H. (2019). *Caracterización del aceite de semilla de maracuyá (Passiflora edulis S.) extraído con solvente orgánico y prensado en frío*. Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel. <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5648/Hoyos%20Zagaceta%20%26%20Sanchez%20Zavaleta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lima, D. S., Almeida, N. B., Costa, D. L., Pereira, G., Takahashi, J. A., Pinheiro, S. & Sande, D. (2018). Passion fruit and apple: From residues to antioxidant antimicrobial and anti-Alzheimer's potential/Maracujá e maçã: deresíduosao potencialantioxidante, antimicrobiano e anti-Alzheimer. *Ciencia Rural*, 48(9), 1-4. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180076>
- Loayza, J. & Silva, V. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. *Industrial Data*, 16(1), 108-117. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81629469013.pdf>
- Mercado Libre (3 de junio de 2020a). *Harina de maracuyá premium*. https://articulo.mercadolibre.com.uy/MLU-445755611-harina-de-maracuya-premium-made-.in-brazil-por-1-kilo-_JM?quantity=1
- Mercado Libre (3 de junio de 2020b). *Pectina precio kilo*. <https://listado.mercadolibre.com.pe/salud-belleza/pectina-precio-kilo>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M. & Stewart, L. (2016). Ítems de referencia para publicar Protocolos de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: Declaración PRISMA-P 2015. *Rev. Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(2). <http://dx.doi.org/10.14306/renhyd.20.2.223>
- Ningrum, A., Supriyadi, Anggrahini, S., Dyah, L., Hapsari, M. W. & Schreiner, M. (2018). Valorization of food by product from selected tropical fruits pomace. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*, 206. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/205/1/012034/pdf>
- Oprea, O. & Gaceau, L. (2016). Application of multiple criterio decisión making (MCDM) in bakery industry, study case: Wastes and by products. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov*, 9(58), 89-94. http://rs.unitbv.ro/BU2015/Series%20II/2016/BULETIN%20I%20PDF/07_OPREA.pdf
- Pantoja-Chamorro, A. L., Hurtado, A.M., & Martínez-Correa, H. A. (2017). Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO2 supercrítico. *Acta Agron.*, 66(2), 175-185. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v66n2.57786>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15, 85-95. <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308/366>
- Proaño, J., Rivadeneira, E., Moncayo, P. & Mosquera, E. (2020). Aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*): Aprovechamiento de las semillas en productos cosméticos. *Enfoque UTE*, 11(1), 119-129. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v11n1/1390-6542-enfoqueute-11-01-00119.pdf>

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE JUGO DE MARACUYÁ
(*PASSIFLORA EDULIS*) PARA CONSUMO HUMANO

- Ravindran, R. & Jaiswal, A. K. (2016). Microbial enzyme production using lignocellulosic food industry wastes as feedstock: A review. *Bioengineering*, 3(4) <http://dx.doi.org/10.3390/bioengineering3040030>
- Rojas, L. (2017). Exportación de harina de maracuyá hacia el mercado de Valparaíso - Chile. Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres. http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/2933/rojas_cln.pdf;jsessionid=32CDAA80761BB5E847A56CD47D1595F6?sequence=1
- Sánchez, A., Torres, E., Espinoza, I., Montenegro, L., Barba, C. & García, A. (2019). Valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). *Rev de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1) <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14438>
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v30n1/a15v30n1.pdf>
- SUNAT (2019). Acumulado anual subpartida nacional/país. (Consulta: 16 de abril de 2021). www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias
- Trade Map (2021). List of supplying markets for the product imported by Peru in 2019 Product: 130220 Pectic substances, pectinates and pectates. (Consulta 19 de abril del 2021). <https://www.trademap.org/>
- Valdez, M. & Alvaro, K. (2019). *Comportamiento reológico y evaluación fisicoquímica y sensorial del yogurt con adición de fibra de mesocarpio del maracuyá (Passiflora edulis)*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Centro del Perú. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5567/T010_70233570_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villanueva, J. (2018). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y harina de camote (*Ipomoea batatas*) en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake". Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3115/47239.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Viva, N., Costa, A., Paula, M. R., Button, D. C., Granato, D. & Canniatti-Brazaca, S. (2018). Potentials and pitfalls on the use of passion fruit by-products in drinkable yogurt: Physicochemical, technological, microbiological, and sensory aspects. *Beverages*, 4(3). <http://dx.doi.org/10.3390/beverages4030047>
- Youssef, K., Barbosa, B, Luiz, J., de Paula, M., Betim, C., Maróstica, M., Iacomini, M. & Cordeiro, L. (2019). Gastroprotective effect of soluble dietary fibres from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel against ethanol-induced ulcer in rats. *Journal of Functional Foods*, 54, 552-558. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.02.003>