



CYTAL-ALACCTA 2019
Buenos Aires, 20 – 22 noviembre 2019

CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE CONCENTRADOS DE FIBRA OBTENIDOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA FRUTÍCOLA

P. Sette¹, C. Maturano¹, C. Schebor², D. Salvatori¹

*1 PROBIEN (CONICET- Universidad Nacional del Comahue) Neuquén, Argentina.
2 ITAPROQ (CONICET – UBA). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales, Departamento de Industrias. Buenos Aires, Argentina.
E-mail: paula.sette@probien.gob.ar*

RESUMEN

Los residuos del procesamiento de frutihortícolas representan un serio problema de efluentes para el sector y su transformación en productos de valor agregado podría contribuir a disminuir el problema. Estos residuos constituyen una fuente de fibra dietaria, y de compuestos bioactivos y antioxidantes, que son altamente valorados nutricionalmente. En la Norpatagonia Argentina, en los últimos años, se han consolidado las industrias vitivinícolas y sidreras, lo cual provocó una generación elevada de residuos agroindustriales. El objetivo del presente trabajo fue la obtención de concentrados de fibra a partir de residuos de la producción de vino (orujo (OU) y escobajos (EU) de uva) y de sidra (bagazos de manzana, MV) de la Norpatagonia. Los residuos se deshidrataron por secado convectivo, luego se molieron y tamizaron. Se evaluaron las siguientes propiedades: contenido de polifenoles totales (PT), contenido de polifenoles asociados a la pared celular (PTH), capacidad antioxidante (CA), contenido de fibra dietaria total (FDT, %), fibra dietaria soluble (FDS, %) y fibra dietaria insoluble (FDI, %). Se determinó el color superficial midiendo los parámetros L^* , a^* y b^* del espacio CIELAB. De acuerdo a los resultados de contenido de polifenoles y capacidad antioxidante, el polvo EU fue el residuo que registró valores significativamente mayores en comparación con el resto de los residuos (PTH: 12550 ± 13 mg ácido gálico (GAE)/ 100 g base seca (b.s.); CA: $780,87 \pm 8,3$ mg GAE/ 100 g b.s. y AA: $555,9 \pm 9,6$ mg GAE/ 100 g b.s.). En relación a la fibra dietaria, se destacaron los residuos vitivinícolas (OU y EU) por registrar un mayor contenido de FDT (45 – 48%) y FDI (42%) en comparación con el polvo MV. Pero la muestra MV registró los mayores valores de FDS (8%). En cuanto al color, los tres polvos presentaron valores similares de a^* (5,8 – 6,5) y b^* (19,3 – 23,7) que evidencian tonos amarillo oscuro, sin embargo las muestras MV son las que registraron mayor luminosidad ($L^* = 60,3 \pm 0,9$). Los resultados mostraron que los concentrados de uva podrían utilizarse como fuente de antioxidantes y de fibra insoluble en alimentos compuestos, mientras que los residuos de manzana podrían utilizarse para la elaboración de dulces.

Palabras claves: residuos, uva, manzana, compuestos bioactivos, fibra dietaria.

1. Introducción

La Región Norpatagónica del Alto Valle de Río Negro y Neuquén tiene una extensa trayectoria vitivinícola y sidrera. Sin embargo, se estima que la actividad de estas industrias genera en la región aproximadamente unas 270.000 toneladas de orujos y/o bagazos que representan el 60 % de la fruta procesada (FunBaPa, 2014). En la industria vitivinícola la piel y las semillas son los principales componentes del orujo de uva y los tallos son el principal componente del escobajo de uva. Éstos en conjunto representan el 20% del peso de las uvas procesadas (Teixeira y col., 2018). En cuanto al residuo de manzana de la industria sidrera, consiste en el bagazo remanente del prensado de la fruta (Castillo y col., 2018). Estos residuos contienen compuestos químicos valiosos como sustancias con actividad antioxidante, fibra dietaria (pectinas, celulosa, hemicelulosa, lignina), etc. (Karam y col., 2017), por lo que pueden resultar útiles en la obtención de ingredientes funcionales para la industria alimentaria y/o farmacéutica. Esto implicaría además beneficios sobre el ambiente (al disminuir la contaminación) y sobre la economía (al generar procesos de recuperación de valor).

La fibra dietaria se reconoce hoy como un elemento importante para una nutrición saludable, ya que promueve efectos beneficiosos fisiológicos como efecto laxante y/o atenuante de niveles de colesterol y de glucosa en sangre. Por otro lado, también tiene relevancia en la industria alimenticia por sus atributos tecnológicos, como la gelificación o su uso como sustituto de grasa (O'Shea y col., 2012). Los residuos provenientes de la elaboración de jugos y bebidas están ganando atención como fuentes novedosas y económicas tanto de fibra dietaria como de compuestos antioxidantes para el desarrollo de ingredientes funcionales saludables (Borchani y col., 2012).

Es importante considerar la proporción entre fibra dietaria insoluble (FDI) y fibra dietaria soluble (FDS) al momento del empleo de una determinada fibra para obtener los mejores beneficios tanto desde el punto de vista nutricional como tecnológico. Se considera que una proporción equilibrada debe ser: 50-70% de FDI y 30-50% de FDS (Borchani y col., 2012).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue el aprovechamiento de residuos de la producción de vino (orujo y escobajos de uva) y de sidra (bagazos de manzana) de la Norpatagonia Argentina para la obtención de concentrados de fibra dietaria. Se obtuvieron ingredientes secos los cuales fueron caracterizados desde el punto de vista fisicoquímico y funcional a los fines de predecir su utilidad en el desarrollo de aditivos y/o ingredientes de utilidad en alimentos.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Los residuos de fruta se recolectaron de industrias ubicadas en la provincia de Río Negro (Argentina). La bodega Humberto Canale (Gral. Roca, Río Negro) proporcionó los residuos de uva blanca (Sauvignon Blanc): escobajo de uva (EU) y orujo de uva (OU); la sidrera La Flor S.A. (Cipolletti, Río Negro), proporcionó residuos de manzana verde (Granny Smith) (MV) (Figura 1).



Figura 1. Imágenes de los residuos frutícolas estudiados (a) Escobajo de uva , (b) Orujo de uva, (c) Manzana verde

2.2. Obtención de los polvos deshidratados

Los tres residuos estudiados (EU, OU y MV) fueron sometidos a deshidratación mediante secado convectivo (S). Las muestras se secaron en estufa de convección (aire a $T= 60^{\circ}\text{C}$, % HR= 10%, velocidad= 1 – 1,5 m/s). Se utilizó una estufa modelo Venticell 111- Standard (MMM Medcenter Einrichtungen GMBH, München, Alemania) con circulación forzada de aire y temperatura controlada.

Posteriormente las muestras deshidratadas fueron molidas y tamizadas para obtener productos de $590\ \mu\text{m}$ (tamaño de malla ASTM 30).

2.3 Contenido de agua y actividad acuosa

El contenido de agua se determinó gravimétricamente utilizando una estufa de vacío a 60°C en presencia de un agente desecante. La actividad de agua (a_w) se determinó mediante un higrómetro de punto de rocío AquaLab (modelo 3TE, Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA) a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

2.4. Contenido de fibra dietaria

El contenido total de fibra dietaria (FDT), de fibra dietaria insoluble (FDI) y fibra

dietaria soluble (FDS) se determinó mediante el método oficial 991.43 (AOAC, 2005). Los resultados se expresaron en g de fibra dietaria por 100 g de muestra en base seca (b.s.).

2.5. Contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa

El contenido de lignin, celulosa y hemicelulosa se determine de acuerdo a ASTM D1106-56, ASTM D1103-60 and ASTM D1103-60 (ASTM, 2001).

2.6 Determinación de compuestos bioactivos

2.6.1 Obtención de extractos

Los extractos de los residuos agroindustriales se obtuvieron de acuerdo con Cayupan y col. (2011) con algunas modificaciones. Se pesaron 3,5 g de muestra que fue homogeneizada en 10 mL de metanol durante 7 min en un agitador y posteriormente filtrada. El material sedimentado se extrajo dos veces más mediante el agregado de 10mL de metanol y agitándolo durante 7 min. Los extractos obtenidos en cada una de las tres extracciones se mezclaron y se agregó la cantidad de metanol necesaria para alcanzar un volumen final de 25 mL. Los extractos se prepararon por triplicado. A partir de los extractos obtenidos se realizó el análisis de compuestos bioactivos.

2.6.2 Polifenoles totales (PT)

El contenido de polifenoles totales fue determinado utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu según el método de Singleton y Rossi (1965) con algunas modificaciones. Una alícuota de muestra de 50 µl fue mezclada con 1500 µl de agua, 100 µl de reactivo de Folin-Ciocalteu, y 300 µl de carbonato de sodio al 20 % (en agua destilada). La mezcla se incubó durante 30 min a 40 °C, y posteriormente se midió la absorbancia a 765 nm. Utilizando ácido gálico como estándar, se construyó la curva de calibración y se expresó el resultado como mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de polvo en base seca (mg GAE/100 g b.s.).

2.6.3 Contenido de polifenoles de la pared celular (PTH)

Con esta metodología se busca una mayor extracción, fundamentalmente de los polifenoles asociados a los componentes de la pared celular. La cuantificación se realiza luego de una hidrólisis alcalina de acuerdo con Bunzel y col. (2000), separando los

sobrenadantes por centrifugación y evaluando el contenido de polifenoles totales, utilizando la técnica de Folin-Ciocalteu (sección 2.5.2).

2.6.4 Capacidad antioxidante (CA)

La capacidad antioxidante se determinó a través de dos métodos diferentes: DPPH y ABTS.

2.6.4.1 DPPH

Se utilizó la técnica en la cual se mide la desaparición del radical libre estable 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH•) (Brand-Williams y col., 1995). El radical DPPH se disolvió en metanol hasta que la solución alcanzó una absorbancia final de $1,00 \pm 0,01$ a 515 nm. Se colocaron 5 mL de la solución de DPPH• en una cubeta y se mezclaron con 100 μ L de muestra y 28 μ L de metanol. La solución de DPPH con el extracto se incubó durante 15 minutos en la oscuridad a temperatura ambiente. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra en base seca (mg GAE/100 g b.s.).

2.6.4.2 ABTS

Se llevó a cabo el método del catión radical 2,20-azinobis- [3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico] (ABTS⁺•), de acuerdo con Coria Cayupán y col. (2011) con algunas modificaciones. El radical ABTS⁺• se disolvió en agua destilada para dar una solución de 7 mM. La solución de catión radical se preparó incubando la solución de ABTS con una solución de persulfato de potasio de 2,45 mM durante 16 h en la oscuridad a temperatura ambiente y posteriormente se diluyó con agua hasta una absorbancia final de $1,00 \pm 0,01$ a 734 nm. El cambio en la absorbancia se expresó en mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra en base seca (mg GAE/100 g b.s.).

2.7. Color superficial

El color superficial de los polvos fue determinado mediante la medición de parámetros triestímulo (espacio de color CIELAB) con un fotolorímetro modelo CR 400 (Minolta, Tokio, Japon), utilizando el iluminante C y un ángulo de observación de 2°. El fotolorímetro fue calibrado con una placa cerámica blanca. Se registraron valores de L* (luminosidad), a* (cromaticidad en el eje verde-rojo) y b* (cromaticidad en el eje azul-amarillo).

2.8. Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA factorial y el test Tukey ($p < 0,05$) para analizar las diferencias entre los distintos tratamientos aplicados. Se utilizaron triplicados para todas las determinaciones, excepto para la medición de color (se midieron diez muestras).

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización de los polvos obtenidos

Las propiedades fisicoquímicas de los residuos frutícolas son variables altamente dependientes de muchos factores, como el tipo de fruta, las condiciones de cultivo, la operación industrial a la que se somete la fruta y el tiempo y las condiciones de almacenamiento (Beres y col., 2017). La Tabla 1 muestra algunas propiedades relevantes de los polvos obtenidos a partir de los residuos (MV, EU y OU) como es el contenido de fibra dietaria, así como otros parámetros que se utilizan para caracterizar materiales provenientes de fuentes vegetales.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de los polvos obtenidos a partir de los residuos de manzana verde (MV), orujo de uva (OU) y escobajo de uva (EU).

Propiedades	MV	OU	EU
Contenido de agua (g H ₂ O/100 g b.h)	4,336 ± 0,013 ^b	3,346 ± 0,005 ^a	4,925 ± 0,054 ^c
Actividad acuosa	0,287 ± 0,001 ^b	0,222 ± 0,002 ^a	0,214 ± 0,003 ^a
Acidez total (g ác./100g b.s)	2,89 ± 0,22 ^a	3,09 ± 0,34 ^b	4,51 ± 0,04 ^c
pH	3,7 ± 0,2 ^a	4,08 ± 0,05 ^b	4,08 ± 0,06 ^b
FDT (g fibra/ 100g b.s.)	33,15 ± 0,49 ^a	45,2 ± 0,6 ^b	48 ± 2 ^b
FDS (g fibra/ 100g b.s.)	8,02 ± 0,56 ^c	3,12 ± 0,02 ^a	6,3 ± 0,2 ^b
FDI (g fibra/ 100g b.s.)	25 ± 3 ^a	42,02 ± 0,72 ^b	42 ± 1 ^b
FDI/FDS	3/1	13/1	7/1
Celulosa (% , b.s.)	10,3 ± 0,4 ^b	6,6 ± 0,5 ^a	12,2 ± 0,4 ^c
Hemicelulosa (% , b.s.)	10,6 ± 0,8 ^c	5,2 ± 0,7 ^a	6,1 ± 0,5 ^b
Lignina (% , b.s.)	18,1 ± 0,5 ^a	29,8 ± 0,8 ^c	24,9 ± 0,6 ^b

En cada fila, las medias con el mismo superíndice no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$). (b.s.= base seca; b.h. = base húmeda, FDT = fibra dietaria total, FDS = fibra dietaria soluble, FDI = fibra dietaria insoluble).

Como era de esperar, el proceso de deshidratación permitió obtener polvos de bajo contenido de agua y actividad acuosa. Estos valores son coherentes con los obtenidos por otros autores que sometieron residuos frutícolas a procesos similares (Gouw y col., 2017).

En relación al contenido de fibra dietaria, se destacaron los residuos vitivinícolas (OU y EU) por registrar un mayor contenido de FDT (45 – 48%) y FDI (42%) en

comparación con el polvo MV. El mayor contenido de FDI se correlaciona con el mayor contenido de lignina que presentaron estas muestras. Zhu y col. (2015) analizaron la fibra dietaria presente en orujo y escobajo provenientes de diferentes variedades de uva luego de realizar una extracción de la fibra (mediante métodos enzimáticos, microondas y ultrasonidos), observando en todos los casos un mayor contenido en el orujo. Por otro lado, la muestra MV registró los mayores valores de FDS (8%), lo cual sugiere un mayor contenido de pectinas y hemicelulosas solubles en estas muestras (Sette y col., 2018).

En cuanto a la relación FDI/FDS, los polvos obtenidos a partir del residuo MV son los que registraron la relación más equilibrada ($\approx 3/1$), lo cual indica que estas muestras poseen mejor calidad para su uso como ingrediente alimentario (Crizel y col., 2013). Mientras que las muestras OU y EU poseen un mayor contenido de fibra dietaria insoluble que se refleja en los mayores valores de FDI/FDS. Esto indicaría que ambas muestras podrían utilizarse con fines de estabilización de emulsiones en el procesamiento de alimentos con alto contenido de grasa, propiedad característica de la fibra dietaria insoluble (Vilcanqui-Pérez y col., 2017).

3.2. Contenido de compuestos bioactivos

En la Figura 2 se presenta el contenido de polifenoles totales sin hidrólisis previa (PT), el contenido de polifenoles asociados a la pared celular (PTH) y la capacidad antioxidante (CA).

De acuerdo a los resultados, el polvo EU fue el residuo que registró valores significativamente mayores de polifenoles y de capacidad antioxidante (PTH: 12550 ± 13 mg GAE/ 100 g base seca (b.s); CA: $780,87 \pm 8,3$ mg GAE/ 100 g b.s. y AA: $555,9 \pm 9,6$ mg GAE/ 100 g b.s.). Se observó por otro lado en las tres muestras un aumento de $\approx 90\%$ en el contenido de polifenoles luego del proceso de hidrólisis (PTH), lo que denota que la mayor parte de los compuestos fenólicos se encuentran asociados a las paredes celulares de los tejidos, siendo muy difícil su extracción utilizando el método tradicional (ítem 2.5.2).

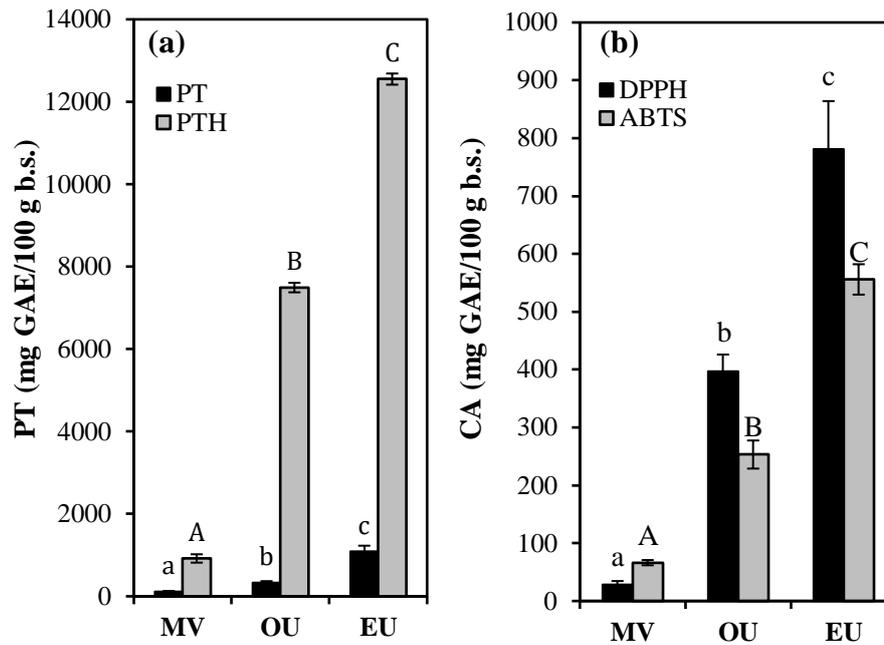


Figura 2. Contenido de polifenoles totales (PT) y polifenoles asociados a la pared celular (PTH) (a) y capacidad antioxidante (CA) determinada por diferentes métodos: DPPH (■) y ABTS (■) (b) de los polvos obtenidos a partir de los residuos de escobajo de uva (EU), manzana verde (MV) y orujo de uva (OU).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores al analizar el contenido de polifenoles de escobajo y orujo de diferentes variedades de uva utilizadas para el proceso de vinificación. Alonso y col. (2002), con residuos obtenidos de variedades de uva blanca y roja, observaron un mayor contenido de polifenoles en el escobajo (50 mg GAE /ml) en comparación con el orujo (20 mg GAE/ml). Llobera y Cañellas (2007) al comparar el contenido de polifenoles en orujo y escobajo de uva roja (*Manto Negro*), encontraron un valor cuatro veces mayor en el escobajo (11.6 g GAE / 100 g b.s.). Por otro lado Kabir y col. (2015) compararon el contenido de polifenoles de diferentes residuos de frutas y subproductos (manzana, pera, uva y membrillo), observando un contenido de polifenoles mayor en los residuos de uva.

3.3. Color superficial

Para aplicaciones en alimentos es importante considerar el color de los polvos obtenidos evaluando los parámetros cromáticos (L^* , a^* y b^*) presentados en la Figura 3. En todos los casos se obtuvieron parámetros positivos de a^* y b^* (Figura 3a), que se corresponden con tonos amarillo oscuro. Se distingue la muestra OU por presentar un menor valor de b^* , siendo esta diferencia no apreciable visualmente en las imágenes de

la Figura 3c. Las muestras OU fueron también las más luminosas ($< L^*$ en la Figura 3b).

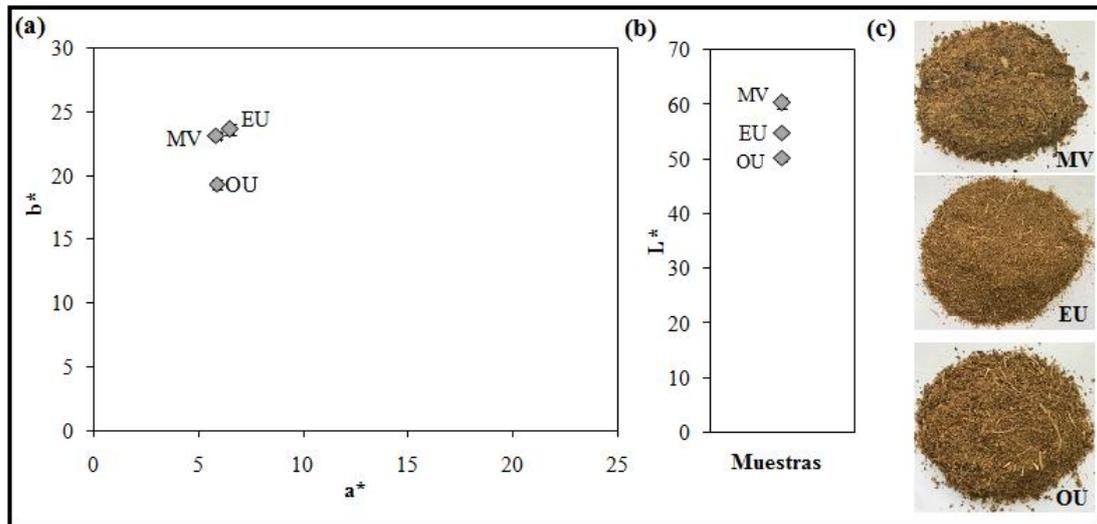


Figura 3. Representación de b^* versus a^* (a), luminosidad (b) y las imágenes (c) de los polvos obtenidos a partir de los residuos de escobajo de uva (EU), orujo de uva (OU) y manzana verde (MV).

4. Conclusiones

Los resultados mostraron que los productos deshidratados obtenidos a partir de los residuos de bodegas y sidreras, podrían utilizarse como ingredientes ricos en fibra, con diversas aplicaciones en la industria alimentaria, en particular de alimentos funcionales. Podrían ser utilizados como ingredientes en premezclas destinadas a la preparación de alimentos para celíacos o diabéticos. En particular los polvos provenientes de residuo de uva, ricos en fibra dietaria insoluble, podrían ser utilizados como agente estabilizante de emulsiones como sustitutos de grasas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el aporte financiero de la Universidad Nacional del Comahue, del CONICET y de la ANPCyT de Argentina.

Referencias

- Alonso, A.M., Guillén, D.A., Barroso, C.G., Puertas, B., García, A. (2002). Determination of antioxidant activity of wine by-products and its correlation with polyphenolic content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5832–5836.
- AOAC. (2005). AOAC Official Method 991.43. Total Dietary Fiber in Foods. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- ASTM, 2001. Standard Test Methods of the American Society for Testing and Materials International,

- 521 Pennsylvania, USA. <https://www.astm.org/Standard/index.html>.
- Beres, C., Costa, G.N.S., Cabezedo, I., da Silva-James, N.K., Teles, A.S.C., Cruz, A.P.G., Mellinger-Silva, C., Tonon, R.V., Cabral, L.M.C., Freitas, S.P. (2017). Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. *Waste Management*, 68, 581–594.
- Borchani, C., Besbes, S., Masmoudi, M., Bouaziz, M., Blecker, C., Attia, H. (2012). Influence of Oven-Drying Temperature on Physicochemical and Functional Properties of Date Fibre Concentrates. *Food Bioprocess Technology*, 5, 1541–1551.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 28, 25-30.
- Bunzel, M., Ralph, J., Marita, J., Steinhart, H (2000). Identification of 4-O-5'-coupled diferulic acid from insoluble cereal fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48, 3166–3169.
- Castillo, G., Castillo, J., Trejo-Márquez, M., Pascual-Bustamante, S., Vargas, A. (2018). Elaboración de harina de manzana (*Malus domestica*) a partir de residuos provenientes del proceso de elaboración de jugo aplicada en una botana horneada. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3: 234-240.
- Coria Cayupán, Y., Ochoa, M., Nazareno, M. (2011). Health-promoting substances and antioxidant properties of *Opuntia* sp. fruits. Changes in bioactive-compound contents during ripening process. *Food Chemistry*. 126, 514-519.
- Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R., Hickmann Flores, S. (2013). Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT - Food Science and Technology* 53, 9-14.
- FunBaPa. (2014). <http://www.funbapa.org.ar/funbapa/institucional/memorias-y-balances/>
- Gouw, V., Jung, J., Zhao, Y. (2017). Functional properties, bioactive compounds, and in vitro gastrointestinal digestion study of dried fruit pomace powders as functional food ingredients. *LWT - Food Science and Technology* 80, 136-144.
- Kabir, F., Tow, W.W., Hamauzu, Y., Katayama, S., Tanaka, S., Nakamura, S. (2015). Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products. *Food Chemistry*, 167, 358–362.
- Karaman, E., Yilmaz, E., Tuncel, N.B. (2017). Physicochemical, microstructural and functional characterization of dietary fibers extracted from lemon, orange and grapefruit seeds press meals. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 11, 9–17.
- Llobera, A., Cañellas, J. (2007). Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem. *Food Chemistry*, 101, 659–666.
- O'Shea, N., Arendt, E., Gallagher, E. (2012). Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 16, 1–10.
- Sette, P., Maturano, C., Schebor, C., Salvatori, D. (2018). Propiedades funcionales de la fibra dietaria obtenida de residuos agroindustriales de la Norpatagonia argentina. *VII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos* (CICYTAC 2018).
- Singleton, V., Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal Enology Viticulture*, 16, 144-158.
- Teixeira, N.; Mateus, N.; Freitas, V.; Oliveira, J. (2018). Wine industry by-product: Full polyphenolic characterization of grape stalks. *Food Chemistry*, 268, 110-117.
- Vilcanqui-Pérez, F., Vílchez-Perales, C. (2017). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 67, N°2.
- Zhu, F., Du, B., Zheng, L., Li, J. (2015). Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. *Food Chemistry*, 186, 207–212.