EasyChair Preprint

№ 1063

Recovery of phenolic compounds from grape residues from the production of pisco quebranta

Erick Alvarez-Yanamango, Fredy Vietti-Guzmán, Luis Napan, Fredy Huayta and Rubén Cueva

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

May 29, 2019

Recuperación de compuestos fenólicos de los residuos de uva provenientes de la elaboración del pisco quebranta.

Alvarez-Yanamango, Erick[1], Vietti-Guzman, Franco[1], Napan, Luis[1], Fredy Huayta[1] y Cueva, Rubén[2].
[1]Pontificia Universidad Católica del Perú, Grupo de Investigación en Tecnologías y Procesos Agroindustriales (ITEPA), Perú, erick.alvarez@pucp.pe, ffvietti@pucp.pe, lnapant@pucp.edu.pe, fhuayta@pucp.edu.pe
[2]Laboratorios Biosana SAC, Director Técnico, Perú. Email: rcueva@laboratoriosbiosana.pe.

Abstract*– In the present research, we sought to take advantage of the functional benefits attributed to the phenolic compounds present in the grape residues (Vitis vinifera L). For this purpose, the study proposed the recovery and stabilization by atomization of the compounds with biological activity present in the "Quebranta" grape residues obtained after the fermentation process of the must destined to the manufacture of pisco. At each stage of the process, the total phenolic content (TPC), the total flavonoid content (TFC) and the antioxidant capacity (AC) by the DPPH method were measured. The results obtained in the characterization of the grape marc were TPC of 11.70 ± 0.76 mg GAE / g of DM, TFC of 7.60 ± 0.20 mg CE / g of DM and DPPH EC50 of 7.31 ± 1.16 µg of TE / g of grape marc DM (water-methanol extract); in the aqueous phenolic extract, its quantification of TPC was 20.99 ± 0.61 mg of GAE / g of MS, TFC of 48.54 ± 0.39 mg of CE / g of MS and DPPH EC50 of 98.44 ± 0.43 µg of TE extract / g (water extract); while the powdered phenolic extract of grape marc the TPC content was 6.77 ± 0.43 mg GAE / g DM, TFC of 14.87 ± 0.43 mg CE / g DM and DPPH EC50 of 72.19 ± 0.86 µg TE / g of MS. In the atomization degradation was observed due to exposure to high temperatures; nevertheless, it maintained a high index of these functional compounds, which allows it to be considered as a promising source of functional properties and could be a possible solution for the mitigation of waste in the Pisco industry in Peru.

Keywords: Vitis vinifera, Quebranta, bioactive, Antioxidants

Resumen* – En la presente investigación, se buscó aprovechar los beneficios funcionales atribuidos a los compuestos fenólicos presentes en los residuos de uva (Vitis vinifera L). Para lo cual, en el estudio se propuso la recuperación y estabilización mediante atomización de los compuestos con actividad biológica presente en los residuos de uva variedad "Quebranta", los cuales fueron obtenidos luego del proceso de fermentación del mosto destinado a la fabricación de pisco. En cada etapa del proceso, se midió el contenido fenólico total (TPC), el contenido total de flavonoides (TFC) y la capacidad antioxidante (AC) por el método DPPH. Los resultados obtenidos en la caracterización del orujo de uva fueron TPC de 11.70 ± 0.76 mg GAE / g de MS, TFC de 7.60 ± 0.20 mg CE / g de DM y DPPH EC50 de 7.31 ± 1.16 µg de TE / g de orujo de uva DM (extracto de agua-metanol); en el extracto acuoso fenólico su cuantificación de TPC fue de 20,99 ± 0,61 mg de GAE / g de MS, TFC de 48,54 ± 0,39 mg de CE / g de MS y DPPH EC50 de 98,44 ± 0,43 µg de extracto de TE / g (extracto de agua); mientras que el extracto fenólico en polvo de orujo de uva el contenido de TPC fue de 6.77 ± 0.43 mg GAE / g de MS, TFC de 14.87 ± 0.43 mg CE / g de DM y DPPH EC50 de 72.19 ± 0.86 µg de TE / g de MS. En la atomización se observó una degradación debido a la exposición a altas temperaturas; no obstante, mantuvo un alto índice de estos compuestos funcionales, por lo que permite considerarlo como una fuente promisoria de propiedades funcionales y podría ser una posible solución para la mitigación de los residuos en la industria de Pisco en Perú.

Palabras claves: Vitis vinífera, Quebranta, bioactivos, Antioxidantes

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los compuestos bioactivos, comúnmente denominamos compuestos fenólicos, juegan un papel importante en la nutrición y salud de la población mundial; ya que han sido ampliamente estudiados por sus propiedades anticancerígenas y antioxidantes [1] [2] [3]. Debido a ello, nace la importancia de aumentar su producción y los costos asociados a su extracción de fuentes botánicas para ser utilizadas como aditivo en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria [4] [5].

Es entonces que la extracción es un paso muy importante en el aislamiento, identificación y recuperación de compuesto fenólicos, y tendrá como objetivo obtener el máximo rendimiento y su calidad [6]. No obstante, existen factores que deben ser tomado en consideración, por ejemplo, la naturaleza o polaridad del compuesto biactivo a extraer, el tamaño de partícula de la muestra, el método de extracción, el solvente, entre los más importantes, y que son cruciales para aumentar el rendimiento y la calidad de la extracción [7]. Asimismo, existen factores extrínsecos al proceso de extracción, como las condiciones de almacenamiento de la muestra botánica y del extracto obtenido de esta, por lo que generalmente se debe recurrir a la estabilización de ambas por alguna técnica de deshidratación para garantizar la presencia y conservación de los compuestos fenólicos.

Debido a la importancia de los compuestos bioactivos en la dieta, al cambio de tendencias en la alimentación y al aumento de la demanda de productos naturales en la industria de cosmética, se hace necesario la búsqueda de nuevas fuentes que sirvan de materia prima para la obtención de éstas, pero a bajo costo. Ante este escenario, los residuos de uva provenientes de la industria vitivinícola y del pisco, resulta una atractiva alternativa para el abastecimiento continuo y de bajo costo de materia orgánica poseedores de múltiples compuestos bioactivos; que, dependiendo de la variedad de la uva, el tipo de residuo y los procesos al cual fueron sometido, podrían

aislarse o recuperarse compuestos bioactivos como: fenoles, flavonoides, antocianinas, resveratrol, entre otros [8] [9].

La importancia agroindustrial de los cultivos de vid, es su adaptación a suelos pobres, por lo que presenta mejores perspectivas que otros cultivos, ya que permite un mejor aprovechamiento de los recursos naturales escasos, como el agua, principalmente en las zonas costeños del sur del Perú. Botánicamente, es un arbusto sarmentoso y trepador, que se fija a tutores naturales o artificiales, mediante órganos de los que va provista, cuando estos tutores faltan, se extiende sobre la superficie del terreno [10]; característica que ha permitido el desarrollo tecnológico de una serie de sistema de conducción para la explotación vitícola, donde destaca el género Vitis. *Vitis vinifera L*. es la principal especie comercial, nativa de Oriente Medio, pero ha sido introducida en todo el mundo [11]. Este cultivo en el país constituye una de las actividades frutícolas de mayor importancia por su extensión, valor de la producción y producir la materia prima que requiere la industria vitivinícola nacional.

En el Perú la uva se produce todo el año, ventaja que le permite abastecer la demanda de este cultivo a nivel mundial en el periodo de baja producción por parte de los principales países importadores y consumidores de uva, en particular durante el periodo diciembre – marzo, época en la cual los principales mercados mundiales carecen de este producto. Además de la estacionalidad, las ventajas comparativas del Perú con respecto a otros países son las superficies en expansión y los costos de producción relativamente bajos debido a la modalidad de adquisiciones de insumos que se vienen efectuando en forma asociada [12].

Por otro lado, el procesamiento en la industria vitivinícola se basa en procedimientos ancestrales, siendo más un arte que una ciencia. Como regla general, muchas prácticas artesanales están fuertemente arraigadas en los procesos de vinificación tradicionales, por ejemplo, en los recursos humanos o infraestructuras físicas durante las operaciones de producción, lo que limita la puesta en práctica de nuevos avances tecnológicos dirigidos a minimizar la producción de residuos en varias industrias vinícolas [13]. El tipo de residuos producidos depende en gran medida de los procedimientos específicos de vinificación, que también afectan las propiedades físico-químicas del material residual, cuyas características determinan su uso adicional y el circuito de valorización específico en el que podría integrarse. Los principales residuos de la actividad vinícola están representados por: residuos orgánicos (orujo de uva), aguas residuales, emisión de gases de efecto invernadero [14].

En el Perú, la producción del vino y el pisco comienza en marzo de cada año, en una fecha que varía según la climatología, la altitud y la región. Se puede considerar que hay dos formas de producción: la elaboración artesanal o tradicional, que se realiza siguiendo las costumbres transmitidas de generación en generación y es la practicada por los pequeños productores, y la elaboración industrial, adoptada por las grandes compañías, en la que se aplican las nuevas tecnologías y se minimiza la intervención de recursos humanos. Sea cual fuese el nivel o proceso productivo se tiene la problemática que la manufactura o procesamiento de la uva genera como residuo principal a la cascara de uva. Según datos de la Organización Internacional del Vino (OIV) por cada 100 kilos de uva que se procesan se generan unos 25 kilos de desechos, de los que el 50% son pieles de uva, el 25% tallos y el 25% restante semillas [15]. Considerando que, en el Perú, la producción nacional de pisco supera los 10.9 millones de litros [16], se puede estimar una producción no menor de 3600 TM de residuos, lo que haría sostenible el uso de este recurso para la extracción de compuestos bioactivos; sobre todo considerando que se describe como una fuente rica de compuestos fenólicos, aunque el rendimiento final depende del proceso de vinificación específico y del método de extracción utilizado y sus parámetros operativos (solvente, temperatura, tiempo y otros factores) [17] [18] [19]. El perfil fitoquímico de este subproducto agroindustrial apoya su uso como una fuente interesante de compuestos u ingredientes bioactivos. Sobre esta misma línea, también se encuentra en la semilla, el cual contiene una gran cantidad de ácidos grasos insaturados, tocoferoles y compuestos fenólicos. Brindando efectos beneficiosos para la salud, no solo por sus grasas insaturadas, sino también por su efecto antioxidante encontrados en los tocoferoles y compuestos fenólicos [20].

Por lo expuesto, los residuos de uva como sub-producto de una industria en crecimiento, resulta atractivo como materia prima para el proceso propuesto, pero que a su vez requiere de la caracterización e identificación de los compuestos fenólicos y la evaluación de su capacidad antioxidante, como primer paso para promover su uso en la industria [21] [22]. De la misma manera, se debería evaluar la presencia de aceites ricos en ácidos grasos que también exhiben potencial actividad antioxidante para su aplicación industrial [23].

II. Materiales y Métodos

A. Proceso piloto para la extracción de compuestos fenólicos de residuo de uva quebranta.

El orujo de uva (Vitis vinífera L.) fue recolectado de una bodega del Distrito de Pachacamac (Lima, Perú), entre los meses de febrero-marzo del 2017, luego de la etapa de maceración de la producción artesanal de pisco quebranta (Fig. 1). El procesamiento del residuo recolectado para la recuperación de los compuestos fenólicos se realizó en una planta agroindustrial utilizando equipos a escala piloto, siguiendo las operaciones detalladas en la Fig. 2

Durante las etapas de recepción, extracción, concentración y atomización se realizaron controles y seguimiento del comportamiento de los bioactivos presentes en cada etapa, siendo cuantificados el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante.

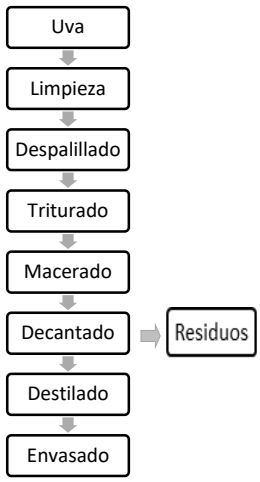

Fig. 1. Secuencia de operación para la producción artesanal de pisco quebranta.

A. *Determinación del Contenido de Fenoles Totales (TPC)*

Se utilizó el método espectrofotométrico de Folin- Ciocalteu [24], con algunas modificaciones. Para la determinación de CFT, se colocó en tubos de ensayo 0.5 mL de solvente (agua) como blanco y 0.5 mL de los extractos fenólicos obtenidos previamente; luego se agregaron 2.5 mL de solución de Folin-Ciocalteu (10%) y se homogenizaron por un tiempo de 2 minutos. Posteriormente se añadió 2 mL de solución de carbonato de sodio (7.5%) a cada tubo de ensayo y se homogenizó en forma similar que las muestras anteriores. Seguidamente se colocó los tubos de ensayo en un baño termostático a 45 ºC por 15 minutos. Transcurrido ese tiempo se bajó la temperatura del termostato a 30°C y se esperó 15 minutos hasta realizar la lectura a 765nm en un espectrofotómetro (ThermoFisher, Genesys 20, EEUU). La curva de calibración se realizó con standard Ácido Gálico (Merck, Germany) a concentraciones comprendidas entre 0-100 ug/ml.

B. *Determinación del contenido de Flavonoides Totales* (TFC)

Se utilizó el método colorimétrico propuesto por [25], con algunas modificaciones. Se toma una alícuota de 250 µL del extracto fenólico y se mezcla con 1.25 ml de agua destilada. Luego se adiciona 75 µL de NaNO2 al 5% y se deja reaccionar 6 minutos, seguidamente se adicionó 90 µL de $AlCl_3$ al 10% y se dejó reaccionar por otros 5 minutos, pasado este tiempo se adicionó 500 µL de NaOH 1M y finalmente se completó el volumen hasta 2.5 ml. Inmediatamente, se procede a realizar la lectura en el espectrofotómetro (ThermoFisher, Genesys 20, EEUU) a una longitud de onda de 510 nm. La curva de calibración se realizó con standard Catequina ≥98% HPLC (Sigma Aldrich, Germany) a concentraciones conocidas comprendidas entre 5 y 100 ug/ml.

C. *Determinación de la capacidad antioxidante(AC)*

Se utilizó el método propuesto por [26], con algunas modificaciones. La eficacia de eliminación de radicales DPPH se evaluó utilizando 2,2- difenil – 1 – picrilhidracil. Para lo cual, el extracto fenólico obtenido en la fase previa fue diluido de 1 a 20 veces, se tomó 0.1 mL de cada dilución y se mezcló con 3.9 ml de una solución de DPPH (60 µmol/L en metanol). La solución se agitó y se incubó 30 min a temperatura ambiente (25ºC) en la oscuridad antes de medir su absorbancia a 515 nm. La inhibición de DPPH (%) se estimó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{DPPH inhibición (\%)} = (1-((\text{Amuestra})/(\text{Acontrol})))x100 \quad \ldots(1)$$

Dónde: A muestra es la absorbancia de la muestra y, Acontrol son las absorbancias a 515 nm, respectivamente. La eficiencia de eliminación de radicales DPPH se expresó como EC 50, que es la concentración de antioxidante en la inhibición del radical DPPH fue del 50%. La curva de calibración fue construida con el estándar Trolox (Sigma Aldrich, Germany).

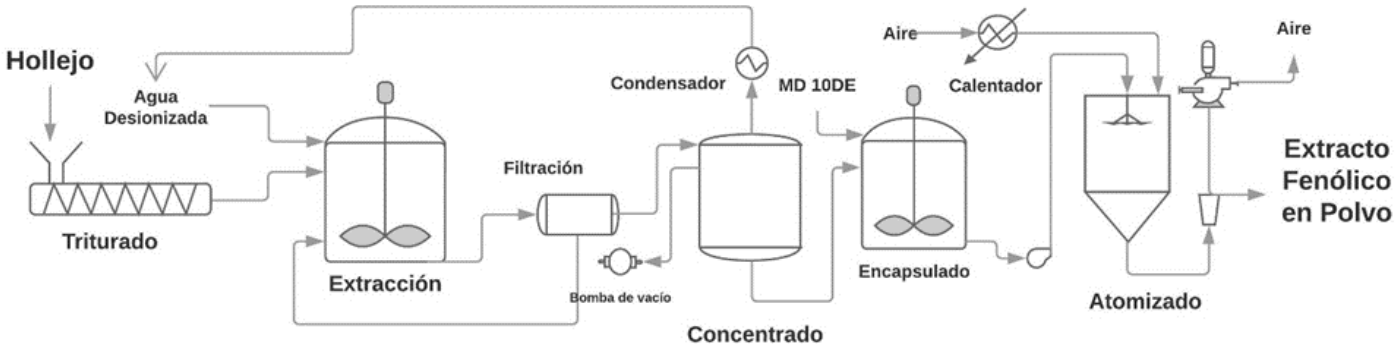

Fig. 2. Proceso de extracción de los compuestos fenólicos de los residuos de uva (Vitis vinífera L.) var. Quebranta.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Caracterización funcional de la materia prima

En la tabla I, se muestran los resultados del contenido fenólico, flavonoides y capacidad antioxidante de los residuos usados como materia prima del proceso.

Tabla I. Algunas propiedades funcionales para el orujo de uva

Functional content of Vitis vinifera grape marc	
TPC (mg GAE/g DM)	11.45 ± 0.78
TFC (mg CE/g DM)	7.60 ± 0.20
AC DPPH (EC50 [µg TE/g DM])	7.31 ± 1.16

Debido a que los residuos utilizados como materia de estudio fueron obtenidos después del proceso de maceración-fermentación junto al mosto en condiciones no controladas por tratarse de una producción artesanal de pisco (Fig. 1), se vio considerablemente afectado el contenido fenólico del residuo (11.697± 0.110 mg GAE/g b.s), en comparación con lo reportado por [27] y [28] en la caracterización de otros residuos del genero Vitis vinífera, quienes reportan un contenido fenólico de 18.25 y 55.80 mg GAE/g bs, respectivamente. En este contexto, se desprende que los resultados dependen del tratamiento tecnológico utilizado para estabilizar (secar) las muestras. Al respecto [29], indican que la estabilización por aire caliente puede producir una pérdida significativa de los fenoles; por lo que se relaciona al resultado obtenido por [28], al deshidratar el orujo fresco de uva quebranta usando el método de la estufa, en comparación a lo reportado por [27], quienes usaron técnicas de deshidratación en frio.

En cuanto al contenido de flavonoides se encontró que el resultado es menor al reportado por [30], el cual oscila entre 22.1 ± 8.9 y 16.2 ± 5.4; de forma similar, fue el comportamiento de la actividad antioxidante, teniendo valores por debajo de los reportados por [31], quienes encontraron un valor comprendido entre 188.02 y 505.52 µg TE/g, para las variedades Cabernet sauvignon, Merlot, Bordeaux e Isabel. Este amplio rango de variación se debe principalmente a variedad del estudio y a las condiciones o tratamientos al cual fue sometido el residuo, por lo cual se registra mayor contenido funcional en los residuos de variedades negra o tintas, como la uva Italia roja, Pinot noir, Malbec, Merlot, Cabernet Sauvignon; y que por lo general, se destinan a la fabricación de vinos, y mayor aun, en su estado de residuos fresco sin macerar [32] [33] [34].

3.2 Proceso de extracción de compuestos fenólicos a partir del residuo de uva.

En la recuperación de los compuestos fenólicos utilizando la técnica de extracción solido: liquido existen factores como el tiempo, la temperatura de extracción, el tipo de agente extractivo y su relación con la masa de materia prima expuesta al proceso, que son de suma importancia para maximizar la recuperación de los compuestos bioactivos presentes en el residuo de Vitis vinífera L. Asimismo, influye la polaridad de estos compuestos en la selección del solvente o agente extractivo. Conociendo que los compuestos fenólicos provenientes de la Vitis vinífera L o cualquier otra fuente vegetal son de naturaleza polar, se suele seleccionar solventes polares como la acetona, etanol y metanol, siendo común la mezcla con agua en diferentes proporciones para establecer las condiciones óptimas de extracción, haciendo más rentable el proceso [9] [35] [36] [37].

El proceso propuesto en la fig. 2 permitió la extracción de los compuestos fenólicos mediante la técnica de extracción solido: liquido hasta agotamiento, utilizándose un reactor de 50 L, teniendo como indicador de operación al contenido fenólico. De esta manera se realizó una cinética de extracción (Tabla II), determinando el número de extracciones a realizar para maximizar la recuperación de los compuestos fenólicos (Fig. 3). Respecto al comportamiento de la recuperación de fenoles del residuo de orujo durante la etapa de extracción (Tabla II), se evidencia una mayor recuperación durante las primeras 2 horas de extracción; no habiendo diferencia significativa en las siguientes 6 horas de extracción ($p>0.05$). Por consecuencia, se estableció como 2 horas el tiempo de extracción optima en esta fase crítica del proceso. Por otro lado, para validar el número de recuperaciones de los fenoles presentes en el residuo se realizó de manera sucesiva la extracción considerando los mismos parámetros de operación: 60 °C, 40 RPM de agitación y 2 horas de extracción, tal como se muestra en la figura N°3, donde se aprecia que la mayor recuperación de alrededor del 40% de los fenoles totales se da en la primera extracción.

Tabla II. Cinética de extracción en el residuo de uva

Tiempo (horas)	**TPC (mgGAE/g muestra DM)**
Materia prima	11.45 ± 0.78
2H Extracción	4.80 ± 0.04
4H Extracción	1.47 ± 0.00
6H Extracción	1.10 ± 0.06
8H Extracción	0.86 ± 0.04

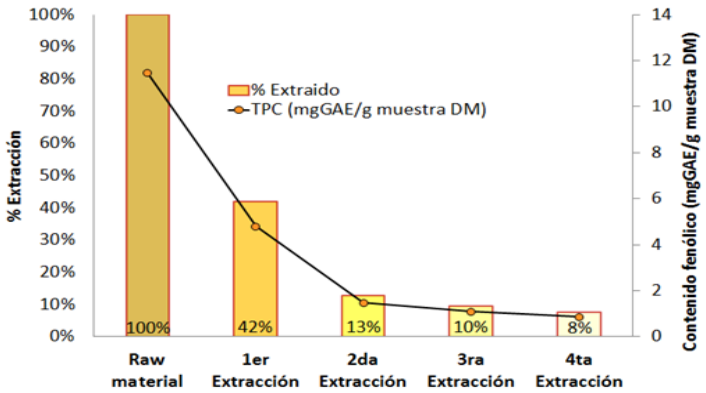

Fig. 3. Extracciones sucesivas en el residuo de uva.

Existen referencias de estudios donde se han experimentado extracciones que consideran al agua como único solvente, encontrando valores mayores a los reportados en el estudio. [38] reportaron la obtención de un extracto acuoso con 2.301 ± 0.246 mg GAE/g b.s partiendo del orujo pre macerado de la uva Syrah obtenido de la elaboración de vinos tintos; mientras que [35] hizo lo propio con una variedad destinada al consumo directo (uva de mesa), obteniendo un extracto acuoso con un contenido fenólico de 0.524 ± 0.021 mg GAE/g b.h. Queda claro entonces, que la diferencia en la cuantificación de fenoles del extracto acuoso va a depender principalmente de la variedad de uva; siendo mayor la recuperación de los compuestos fenólicos en residuos frescos o mínimamente procesados y en aquellas variedades tintas que presentan un mayor contenido de compuestos funcionales en su cascara (fenoles totales y antocianinas), como lo es la Syrah, Malbec u otras variedades tintas, y por lo cual, generalmente se destinan a la fabricación de vinos (Fig. 4). No obstante, la utilización industrial de la variedad quebranta requiere la atención para el aprovechamiento de sus residuos, que aumenta junto a la demanda del pisco.



Fig. 4. Algunas variedades de uvas negras o tintas usados en la industria. De izquierda a derecha: Quebranta, Malbec y Syrah.

Fuente: [39] [40] [41]

Finalmente, en la Tabla N° III se muestra los resultados del monitoreo de las propiedades funcionales durante las operaciones criticas del proceso de extracción de los compuestos fenólicos del hollejo fermentado de uva quebranta a escala piloto (expresado en base seca). En la etapa de extracción solido: liquido se pudo recuperar el 20.99 mg de Fenoles y 48.54 mg de Flavonoides. Asimismo, como se esperaba la concentración al vacío no afecto significativamente al contenido de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante del extracto, ya que su finalidad era eliminar el agua en exceso del extracto acuoso.

En cuanto al efecto del atomizado sobre las propiedades funcionales del extracto concentrado, en la Tabla II se evidencia una disminución alrededor del 67 % de fenoles, 64 % de flavonoides y 24 % de su capacidad antioxidante (DPPH); no obstante, se debe tomar en cuenta que al expresarse los resultados en base seca de la muestra a analizar y que durante el encapsulado previo a atomizado, aumenta la cantidad de sólidos totales y por consiguiente se disminuye la concentración de fenoles y flavonoides en el producto en polvo. A pesar de ello, la cantidad de polifenoles y flavonoides en el extracto fenólico de orujo atomizado que se encontró fue de 6.77 ± 0.43 mg GAE/g b.s y 14.87 ± 0.43mg CE/g b.s, respectivamente; valores superiores a lo reportados por [40], pero inferiores a lo reportado por [41] y [42], cuando encapsularon compuestos bioactivos a partir de la pulpa de uva roja (Vitis vinifera L. Var. Reina negra) y tallo de uva (Vitis labrusca), respectivamente; por lo que dichas variaciones podrían deberse a la naturaleza de la materia prima, así como su tratamiento inicial [40] [42]. En cuanto a la capacidad antioxidante del extracto fenólico en polvo, se encontró valores de 72.19 ± 0.86 µmol TE/g b.s, valores semejantes a lo reportado [42] en su estudio de propiedades funcionales y estabilización mediante secado por atomización del residuo de uva variedad *Vitis labrusca*. Los valores obtenidos en el presente estudio confirman la correlación existente entre la actividad antioxidante y el contenido fenólico del extracto en polvo obtenido de los residuos de uva quebranta. [43]

Tabla III. Propiedades funcionales en las principales operaciones del proceso

	TPC	**TFC**	**CA DPPH**
Materia Prima	11.45 ± 0.78	7.60 ± 0.20	7.31 ± 0.39
Extracto Acuoso Optimizado	20.99 ± 0.61	48.54 ± 0.39	98.44 ± 0.43
Extracto Acuoso Concentrado	20.57 ± 0.41	40.84 ± 0.75	95.01 ± 0.28
Extracto Atomizado	6.77 ± 0.43	14.87 ± 0.43	72.19 ± 0.86

TPC expresado en mg GAE/g muestra b.s, TFC expresado en mgCE/g muestra b.s, CA expresado en µmol TE/g muestra BS.

IV. CONCLUSIÓN

A pesar de la calidad del residuo utilizado como materia prima (variedad de uva y los tratamientos tecnológicos al cual fue sometido previamente), permitió la recuperación y estabilización de los compuestos fenólicos presentes, siendo necesario el correcto control de operaciones de extracción y atomización, para obtener un extracto en polvo con un contenido fenólico similar a otros estudios realizados a orujos obtenidos luego del proceso de vinificación. Finalmente, a pesar de que las características típicas de la Uva var. Quebranta, bajo las condiciones encontradas, no posee una piel pigmentada como otras uvas tintas y que se relaciona a una mayor concentración de otros compuestos fenólicos en su cascara, resulta de suma importancia el estudio sobre este recurso como una posible solución para la mitigación de residuos en la industria del Pisco en el Perú.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad -Innóvate Perú (Contrato 470-INNOVATEPERU- PITEI-2016).

REFERENCIAS

[1] J. Borowska, «Fruits and vegetables as source of natural antioxidants,» *Przemysl Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny,* vol. I, pp. 1-12, 2003.

[2] A. Horubala, «Antioxidant capacity and their changes in fruit and vegetables processing,» *Przemysl Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny,* vol. III, pp. 30-31, 1999.

[3] H. Wang , G. Cao y R. Prior, «Total Antioxidant Capacity of Fruits,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry ,* vol. XLIV, nº 3, pp. 701-705, 1996.

[4] S. Chamorro, A. Viveros, I. Alvarez, E. Vega y A. Brenes, «Changes in polyphenol and polysaccharide content of grape seed extract and grape pomace after enzymatic treatment.,» *Food Chemistry,* vol. 133, nº 2, p. 308–314, 2012.

[5] . F. Kabir, . M. S. Sultana y H. Kurnianta, «Polyphenolic contents and antioxidant activities of underutilized grape (Vitis vinifera L.) pomace extracts.,» *Preventive Nutrition and Food Science,* vol. 20, nº 3, p. 210–214, 2015.

[6] . M. V. Mujica, M. Granito y N. Soto, «Importance of the extraction method in the quantification of total phenolic compounds in Phaseolus vulgaris L.,» *Interciencia,* vol. 34, nº 9, p. 650–654, 2009.

[7] A. A. Casazza, B. Aliakbarian, D. De Faveri, L. Fiori y P. Perego, « Antioxidants from winemaking wastes: A study on extraction parameters using response surface methodology.,» *Journal of Food Biochemistry,* vol. 36, nº 1, p. 28–37, 2012.

[8] F. Cosme, T. Pinto y A. Vilela, «Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Grape Juices: A Chemical and Sensory View.,» *Beverages ,* vol. 4, nº 1, p. 22, 2018.

[9] E. Karacabey y G. Mazza, « Optimization of solid− liquid extraction of resveratrol and other phenolic compounds from milled grape canes (Vitis vinifera).,» *Journal of agricultural and food chemistry,* vol. 56, nº 15, pp. 6318-6325, 2008.

[10] L. Hidalgo, Tratado de viticultura general, Madrid: Mundi Prensa, 2002.

[11] L. Creasy y M. Creasy , Grape Anatomy and Physiology in Grapes and Health, New York: Pezzuto J, 2016.

[12] M. d. Agricultura, «Informe de registro de productores de uva en las regiones de Ica, Arequipa, Moquegua,Tacna y Lima provincias.,» Septiembre 2008. [En línea]. Available: http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/DocumentoFinalVid.pdf. [Último acceso: 25 Mayo 2019].

[13] N. Musee, L. Lorenzen y C. Aldrich, «Cellar waste minimization in the wine industry: a systems approach,» *Journal of Cleaner Production,* vol. 15, nº 5, pp. 417-431., 2007.

[14] D. A. Oliveira, A. Salvador, A. Smânia Jr, E. Smânia, M. Maraschin y S. Ferreira, «Antimicrobial activity and composition profile of grape (Vitis vinifera) pomace extracts obtained by supercritical fluids.,» *Journal of Biotechnology,* vol. 164, nº 3, pp. 423-432, 2013.

[15] AINIA, «Tres vidas para la uva,» 2015. [En línea]. Available: https://www.ainia.es/noticias/alimentacion-saludable/tres-vidas-para-la-uva/. [Último acceso: 28 Marzo 2019].

[16] Produce, «Producción de pisco alcanzaría récord histórico al cierre del 2017,» 29 Mayo 2017. [En línea]. Available: https://www.produce.gob.pe/index.php/k2/noticias/item/442-produce-produccion-de-pisco-alcanzaria-record-historico-al-cierre-del-2017. [Último acceso: 26 Mayo 2019].

[17] C. Negro, L. Tommasi y A. Miceli, «Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts.,» *Bioresource Technology,* vol. 87, nº 1, pp. 41-44, 2003.

[18] A. Escarpa y M. Gonzalez, «High-performance liquid chromatography with diode-array detection for the determination of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties.,» *Journal of chromatography A,* vol. 823, nº 1-2, pp. 331-337, 1998.

[19] M. Pinelo, A. Arnous y A. Meyer, «Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release.,» *Trends in Food Science & Technology,* vol. 17, nº 11, pp. 579-590, 2006.

[20] N. Baydar, G. Özkan y E. Çetin, «Characterization of grape seed and pomace oil extracts,» *Grasas y aceites,* vol. 58, nº 1, pp. 29-33, 2007.

[21] A. R. Fontana, A. Antoniolli y R. Bottini, «Grape pomace as a sustainable source of 431 bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of 432 phenolics.,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 61, nº 38, pp. 8987-9003, 2013.

[22] A. Antoniolli, A. Fontana, P. Piccoli y R. Bottini, «Characterization of polyphenols and evaluation of antioxidant capacity in grape pomace of the cv. Malbec,» *Food Chemistry,* vol. 178, nº 1, pp. 172-178, 2015.

[23] J. Prasain, N. Peng, Y. Dai, R. Moore, A. Arabshahi, L. Wilson, R. Watts, S. Barnes, S. Wyss y H. Kim, «Liquid chromatography tandem mass spectrometry identification of proanthocyanidins in rat plasma after oral administration of grape seed extract.,» *Phytomedicine,* vol. 16, nº 2-3, pp. 233-243, 2009.

[24] V. Singleton y J. Rossi, «Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents,» *American Journal of Enology and Viticulture,* vol. 16, nº 3, pp. 144-158, 1965.

[25] V. Dewanto, X. Wu, K. Adom y R. Liu, «Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity.,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* vol. 50, nº 10, pp. 3010-3014, 2002.

[26] W. Brand-Williams , M. Cuvelier y E. Berset , «Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity,» *Food Sci Tech,* vol. 28, nº 1, pp. 25-30, 1995.

[27] A. Solari-Godiño, I. Lindo-Rojas y S. Pandia-Estrada, «Determination of phenolic compounds and evaluation of antioxidant capacity of two grapes residues (Vitis vinifera) of

varieties dried: Quebranta (red) and Torontel (white).,» *Cogent Food & Agriculture,* vol. 3, nº 1, p. 1361599, 2017.

[28] J. Dueñas , «Optimización de las condiciones de extracción de compuestos fenólicos a partir de cáscara de uva variedad quebranta (ICA, PERÚ) empleando técnicas convencionales y extracción asistida por ultrasonido.,» Tesis de posgrado. Pontificia Universidad Católica del Perú., Lima, 2017.

[29] V. Ioana y L. Vasile, «Ioana, V. S., & Vasile, L. (2010). Recovery of Total Polyphenolic Compounds from Different Grape Skins Varieties, Under Enzymatic Treatment.,» *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie si Tehnologii de Industrie Alimentara,* pp. 1283-93, 2010.

[30] S. Hogan, L. Zhang, J. Li, B. Zoecklein y K. Zhou, «Antioxidant properties and bioactive components of Norton (Vitis aestivalis) and Cabernet Franc (Vitis vinifera) wine grapes.,» *LWT—Food Sci. Technol. ,* vol. 42, nº 7, pp. 1269-1274, 2009.

[31] I. Rockenbach, E. Rodrigues, L. Gonzaga, V. Caliari, M. Genovese, A. Gonçalves y R. Fett, «Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (Vitis vinifera L. and Vitis labrusca L.) widely produced in Brazil.,» *Food Chemistry,* vol. 127, nº 1, p. 174–179, 2011.

[32] S. B. Swami, N. Thakor y A. D. Divate, «Fruit wine production: a review.,» *Journal of food research and Technology,* vol. 2, nº 3, pp. 93-100, 2014.

[33] K. Sacchi, L. Bisson y D. Adams, «A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines.,» *Am. J. Enol. Vitic,* vol. 56, nº 3, p. 197–206, 2005.

[34] C. Xu, Z. Yali, C. Lei y J. Lu., «Phenolic compounds and antioxidant properties of different grape cultivars grown in China,» *Food Chemistry,* vol. 119, nº 4, pp. 1557-1565, 2010.

[35] F. Benmeziane, R. Djamai, Y. Cadot y R. Seridi, «Optimization of extraction parameters of phenolic compounds from Algerian fresh table grapes, (Vitis Vinifera).,» *International Food Research Journal ,* vol. 21, nº 3, pp. 1061-1065 , 2014.

[36] Z. Wissam, B. Ghada, A. Wassim y K. Warid, «Effective extraction of polyphenols and proanthocyanidins from pomegranate's peel.,» *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences,* vol. 4, nº 3, pp. 675-682., 2012.

[37] Y. El Hajj, N. Louka, C. Nguyen y R. Maroun, «Low cost process for phenolic compounds extraction from cabernet sauvignon grapes (Vitis vinifera L. cv. cabernet sauvignon). Optimization by response surface methodology.,» *Food and Nutrition Sciences,* vol. 3, nº 1, pp. 89-103, 2012.

[38] M. González-Centeno, F. Comas-Serra, A. Femenia, C. Rosselló y S. Simal, «Effect of power ultrasound application on aqueous extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity from grape pomace (Vitis vinifera L.): experimental kinetics and modeling.,» *Ultrasonics sonochemistry,* vol. 22, pp. 506-514, 2015.

[39] E. Comercio, «Quebranta, la reina de las uvas pisqueras,» Destilando Pisco, 14 Julio 2014. [En línea]. Available: https://elcomercio.pe/blog/destilandopisco/2014/04/quebranta-la-reina-de-las-uvas-pisqueras. [Último acceso: 4 Julio 2019].

[40] E. Challao, «El Challao,» Malbec… de Mendoza al mundo, cepa nacional e intenso color, [En línea]. Available: https://www.elchallao.com.ar/blog/malbec-mendoza-al-mundo-cepa-nacional-e-intenso-color/. [Último acceso: 28 Mayo 2019].

[41] V. cortes, «Syrah,» Viveros cortes, [En línea]. Available: http://www.viveroscortes.com/p78_syrah.aspx. [Último acceso: 28 Mayo 2019].

[42] C. Yi, J. Shi, J. Kramer, S. Xue, Y. Jiang, M. Zhang, Y. Ma y J. Pohorly, «Fatty acid composition and phenolic antioxidants of winemaking pomace powder,» *Food Chemistry,* vol. 114, nº 2, pp. 570-576, 2009.

[43] T. Boonchu y N. Utama-ang, «Optimization of extraction and microencapsulation of bioactive compounds from red grape (Vitis vinifera L.) pomace.,» *Journal of food science and technology,* vol. 52, nº 2, pp. 783-792, 2015.

[44] V. de Souza, A. Fujita, M. Thomazini, E. da Silva, J. Lucon Jr., M. Genovese y C. Favaro-Trindade, «Functional properties and stability of spray-dried pigments from Bordo grape (Vitis labrusca winemaking pomace,» *Food chemistry,* vol. 164, pp. 380-386, 2014.

[45] V. Quitral R. y e. al., «Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional,» *Revista Chilena de Nutrición,* vol. 39, nº 4, pp. 196-202, Diciembre 2012.

[46] R. Jackson, Wine Science, India: Elsevier, 2008.

[47] P. Iland, . A. Ewart, A. Markides, . J. Sitters y N. Bruer, Techniques for Chemical Analysis and Quality Monitoring During Winemaking, Primera ed., Adelaide: Patrick Iland Wine Promotions, 2000.

[48] R. Jackson, Wine Science, Tercera ed., Chennai: Elsevier Inc. , 2008.

[49] P. Ribereau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Doneche y A. Lonvaud, Handbook of Enology, Segunda ed., Bordeaux: John Wiley & Sons Ltd, 2006.

[50] Indecopi, «Reglamento de la Denominación de origen- Pisco,» 16 Enero 1991. [En línea]. Available: https://www.indecopi.gob.pe/documents/20195/200722/6+Reglamento_DO-PISCO.pdf/a2259836-69e6-4c8c-b403-f8c3c38f7039. [Último acceso: 25 Mayo 2019].