

Chemical composition and bioactive compounds of the peel and seed of grapes Quebranta (*Vitis vinifera* L.) obtained in the pre-fermentation stage of the elaboration of Pisco.

Mario R. De La Cruz-Azabache¹, Mario G. Borja-Borja², Rubén Cosi-Cutipa³, Libio Espinoza-Meza¹, Edson Quispe-Churata¹ and Jenny Lauro-Huacanca¹

¹Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mario45b@gmail.com, libioem12@gmail.com, equispech@uni.pe, jenny.lauro.h@uni.pe.

²Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mborjab@uni.pe.

³Instituto Tecnológico de la Producción, CITEagroindustrial Ica, Perú, ruben.cosi@gmail.com

*Abstract— Pisco is the denomination of origin of a brandy produced by distilling fresh grape musts from the so-called pisco grapes, harvested on the southern coast of Peru. During the conventional process, a pomace is generated, a mixture of peels and seeds and stem remains, the result of extracting virgin must from the grape as a result of pressing after destemming the grape. In the present work, a process is used that considers the controlled pre-fermentation of the crushed in a reactor equipped with an agitator with also controlled agitation speed, which achieves a greater recovery of must and an effective separation of husks and seeds. The objective of this work is to evaluate the chemical composition and bioactive compounds of the peel and seed of grapes Quebranta (*Vitis Vinifera* L.) separated with the proposed process. For which the shells and seeds were dried in the sun, stored correctly in plastic bags, and then characterized. The proximal analysis of the shells and seeds was measured. In the case of the peels, their functional properties and dietary fiber content, total polyphenol content, anthocyanin content and antioxidant capacity were determined using the ABTS method. In the case of the seed, the oil was extracted, from which its fatty acid profile was determined. The results obtained show that the peels and seeds obtained have a high content of bioactive compounds, dietary fiber and fatty acids, respectively, and have great potential to be used in the food, pharmaceutical and cosmetic industries.*

Keywords—Uva Quebranta, peel, seed.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Composición química y compuestos bioactivos de la cáscara y semilla de uva Quebranta (*Vitis Vinífera L.*) obtenidos en la etapa de pre-fermentación de la elaboración de Pisco.

Mario R. De La Cruz-Azabache¹, Mario G. Borja-Borja², Rubén Cosi-Cutipa³, Libio Espinoza-Meza¹, Edson Quispe-Churata¹ y Jenny Lauro-Huacanca¹

¹Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mario45b@gmail.com, libioem12@gmail.com, equispech@uni.pe, jenny.lauro.h@uni.pe.

²Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mborjab@uni.pe.

³Instituto Tecnológico de la Producción, CITEagroindustrial Ica, Perú, ruben.cosi@gmail.com

Resumen— El Pisco es la denominación de origen de un aguardiente producido mediante la destilación de mostos de uvas frescas de las denominadas uvas pisqueras, cosechadas en la costa sur del Perú. Durante el proceso convencional se genera un orujo, una mezcla de cáscaras y semillas y restos de escobajos, resultado de extraer mosto virgen a la uva como resultado del prensado luego del despalillado de la uva. En el presente trabajo se utiliza un proceso que considera la pre-fermentación controlada del estrujado en un reactor provisto de un agitador con velocidad de agitación también controlada con lo que se logra una mayor recuperación de mosto y una separación efectiva de cáscaras y semillas. El objetivo del presente trabajo es evaluar la composición química y compuestos bioactivos de la cáscara y semilla de uva Quebranta (*Vitis Vinífera L.*) con el proceso propuesto. Para lo cual las cáscaras y semillas fueron secadas al sol, almacenadas correctamente en bolsas plásticas, para luego ser caracterizadas. Se midió el análisis proximal de las cáscaras y semillas. En el caso de las cáscaras se determinaron sus propiedades funcionales y el contenido de fibra dietaria, el contenido de polifenoles totales, el contenido de antocianinas y su capacidad antioxidante mediante el método ABTS. En el caso de la semilla se extrajo el aceite, al cual se le determinó su perfil de ácidos grasos. Los resultados obtenidos muestran que las cáscaras y semillas obtenidas tiene un gran contenido de compuestos bioactivos, fibra dietaria y ácidos grasos respectivamente y tienen un gran potencial para ser utilizadas en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Palabras claves—Uva Quebranta, cáscara, Semilla.

I. INTRODUCCIÓN

El Pisco es la bebida bandera característica del Perú, y según el Reglamento de Denominación de Origen es definido como el aguardiente obtenido mediante la destilación de mostos frescos fermentados de uvas pisqueras. Estas uvas se clasifican en aromáticas (Italia, Moscatel, Albilla y Torontel) y no aromática (Quebranta, Negra Criolla, Mollar y Uvina), y son cultivadas en la costa sur del Perú en las regiones de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna [1]. La uva pisquera de mayor producción es la variedad Quebranta, y la región de Ica del Perú la de mayor producción [2].

La producción de Pisco ha crecido en los últimos años. Según Produce, la producción formal en el año 2019 fue de 7.4 millones de litros al año y que en los últimos 5 años las exportaciones de Pisco se habían duplicado, pasando de 635 miles de litros a 1.6 millones de litros vendidos al exterior [3]. La producción de Pisco consta de las siguientes etapas: recepción de materia prima, selección, despalillado, macerado, prensado, fermentación alcohólica, clarificado, destilación, reposo (mínimo 3 meses) y envasado [2].

La tendencia al aumento en la producción de Pisco va generando proporcionalmente cantidades de residuos, siendo la media, que por cada litro de Pisco producido se utilizan entre 7 a 8 kg de uva [4], y de cada racimo un 3 a 7% en peso es escobajo, y un 20 a 25% de la uva prensada es orujo, que es el residuo obtenido después de la extracción del jugo de uva mediante el prensado y está constituido por hollejo o piel, residuos de raspón y semilla de uva [5].

Los residuos de orujo de uva son usados en la actualidad para la realización de compostaje, subestimando su valor potencial por el contenido de compuestos bioactivos, por lo que el incremento de residuos en la industria pisquera produce problemas de deposición y problemas ambientales. El uso de estos residuos como compostaje también podría perjudicar al suelo, por lo tanto, se necesita ver la manera de poder reutilizar estos residuos para ser usados en la formulación de otros productos con mayor valor agregado [6].

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

De acuerdo con estudios realizados en los residuos de orujo que se producen en la industria del vino o jugos de uva, las cáscaras y semillas pueden ser utilizadas para la obtención de otros productos, tales como aceite y harina, las cuales poseen propiedades nutritivas y funcionales, generando efectos positivos en la salud en las personas que las consuman [7], [8].

Una de esas propiedades es el contenido de compuestos bioactivos, principalmente los compuestos fenólicos, las cuales se clasifican como fenoles simples y polifenoles, y éstas a su vez se clasifican en flavonoides, estilbenos y taninos [9]. Los polifenoles son metabolitos secundarios de las plantas que se asocian a diversas propiedades sensoriales, nutricionales y farmacológicas, pudiendo tener gran capacidad antioxidante o agente reductor [10]. En caso de la capacidad antioxidante, se describe como la habilidad de un compuesto para reducir especies reactivas (oxidativo) es decir, poder captar radicales libres [11].

Otra propiedad que cuenta el orujo es el contenido fibra dietaria, que representa el 43 a 75 % del orujo de uva proveniente de la industria del vino, constituyéndose principalmente de los polisacáridos de la pared celular y la lignina, siendo las semillas las que poseen mayor valor respecto a las cáscaras de uva [7]. La ingesta diaria de fibra dietaria, ayuda a la salud reduciendo el riesgo asociado a las enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, así como también la reducción del colesterol y el estreñimiento. La recomendación de consumo de fibra dietaria en personas adultas es de 25 a 38 g por día [12]. Dado que esta ingesta no es accesible fácilmente, existe la necesidad de encontrar fuentes alternativas como los derivados de los subproductos de la uva.

La semilla de uva representa entre el 38 a 52 % del orujo generado en la industria del vino y su porcentaje de aceite es de 10 a 20 %, el aceite tiene buenas propiedades nutricionales debido a que en el contenido ácidos grasos predomina los ácidos grasos saturados (oleico y linoleico), dejando como subproducto una torta rica en compuestos bioactivos [8]. Tanto la harina y el aceite obtenido de la cáscara y semilla de uva se caracterizan por su contenido de propiedades funcionales que pueden servir para la producción de diferentes productos para la industria de cosméticos, alimentaria y farmacéutica [7], [8].

El presente trabajo evalúa los productos obtenidos en la etapa de pre-fermentación de estrujado de uva Quebranta del proceso de elaboración de Pisco, a los que luego de ser tratados, se les hace un análisis fisicoquímico, midiendo las propiedades más importantes al aceite y harina obtenidos a partir la cáscara y semilla, como el perfil de ácidos grasos, contenido de compuestos fenólicos, flavonoides, capacidad antioxidante y fibra dietaria

II. MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

A. Cáscara y semilla

Las semillas y cáscaras de la uva de variedad Quebranta se obtuvieron en la etapa de pre-fermentación, del proceso de producción de Pisco, llevado a cabo en la planta piloto del Laboratorio de Biotecnología Industrial, ubicada en la Facultad de Ingeniería Química y Textil; FIQT, de la Universidad Nacional de Ingeniería; UNI, en los años 2019, 2020 y 2021.

El proceso de elaboración de Pisco se llevó a cabo tal como se describe en la Fig. 1, donde la uva Quebranta fue despallada, obteniéndose el estrujado; el cual es llevado a la etapa de pre-fermentación, en donde se usó un equipo pre-fermentador que cuenta con un control de agitación, de temperatura, de intensidad de corriente en el motor, y un elemento separador que logró separar parcialmente las cáscaras y semillas de la masa en pre-fermentación. Se detuvo la operación de pre-fermentación cuando la intensidad de corriente se volvió constante, en un tiempo promedio de 8 horas [13]. Se compararon las propiedades de la cáscara que sale del equipo de pre-fermentación a velocidades de agitación de 30 rpm y 50 rpm. Luego se separaron del mosto pre-fermentado las cáscaras y las semillas mediante centrifugación. El mosto pre-fermentado culminó su fermentación en el fermentador principal para después ser destilado obteniéndose el aguardiente denominado Pisco, el cual luego de almacenado para su maduración se envasó en botellas de vidrio selladas.

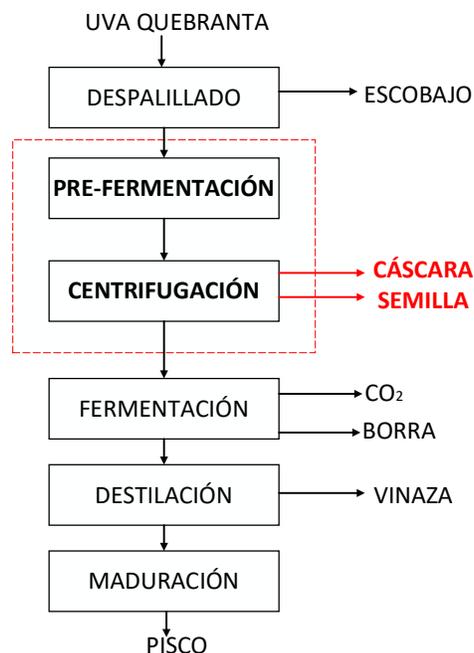


Fig. 1- Diagrama de Bloques de Proceso de la elaboración de Pisco de Uva Quebranta mediante la etapa de pre-fermentación.

Las cáscaras y semillas luego de la pre-fermentación se secaron al medio ambiente, exponiéndolas a la luz solar de 2 a 3 días hasta que la variación de masa de la cáscara permanezca constante. Luego se procedió a separar las semillas de las cáscaras mediante corrientes de aire, por diferencia de densidad, tanto las cáscaras y semillas fueron correctamente almacenadas para la determinación de sus principales propiedades.

B. Análisis proximal de cáscara y semilla

Se realizó un análisis proximal tanto a la cáscara como a la semilla de uva Quebranta. Se siguió las metodologías descritas por AOAC [14]. Humedad (AOAC (2005) 950.46), proteínas (AOAC (2005) 984.13), aceites y grasas (AOAC (2005) 2003.05), fibra cruda (AOAC (2005) 984.13), cenizas (AOAC (2005) 984.13) y el Extracto libre de nitrógeno (ELN) se obtuvo por diferencia.

C. Determinación de perfil de ácidos grasos del aceite

Se midió el perfil de ácidos grasos que tiene el aceite de semilla de aceite de uva Quebranta, mediante el método de cromatografía de gases, descrito por [15].

D. Compuestos Bioactivos de la cáscara

El contenido de polifenoles totales (CPT) se midió según el método descrito por [16], usando el reactivo de Folin Ciocalteu, y el resultado se expresó en mg ácido gálico equivalente/g muestra.

El contenido de antocianinas totales se midió de acuerdo con la metodología seguida por [17], expresados en mg/100 g muestra

La capacidad antioxidante se midió mediante la reacción con el reactivo ABTS, según la metodología descrita por [18], reportándose en unidades de μmol Trolox equivalente/g de muestra.

E. Fibra dietaria

El contenido de fibra dietaria total de la cáscara de uva Quebranta fue medido de acuerdo con la metodología AOAC (1997) 960.52 descrita por [19]

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de resultados de cáscara y semilla

La pre-fermentación del estrujado de uva, en el proceso de elaboración de Pisco propuesto, es una operación que busca la optimización en la extracción del mosto y de la separación efectiva de las partes sólidas de la uva, como resultado se logra una mejor separación de cáscaras y semillas. Los resultados de la composición de la uva Quebranta son mostrados en la Fig. 2, la cual fue construida en base al promedio de los balances de masa del proceso de producción de elaboración de Pisco llevadas a cabo en las diversas temporadas por el equipo de investigación. De acuerdo con esto, se observa que por cada 100 kg de uva que entran al proceso, se logra recuperar 1.77 kg de cáscara seca y 0.68 kg de semilla seca, en cuanto a la pérdida de peso producto del secado y los diversos procesos, se pierde casi el 15.27 % del peso inicial de la uva. Debido al efecto de la pre-fermentación

controlada, la mezcla centrifugada húmeda de cáscaras, semillas y restos de escobajo representan el 17.92 % de la uva alimentada valor por debajo de los reportados para orujo [5].

Para obtener las cáscaras y semillas secas, luego de la centrifugación, se secaron en lotes de 7.45 a 12.35 kilos, en un área de secado de 1 m², al aire libre por varios días, aprovechando las horas de mayor temperatura, entre las 9 y 16 horas del día en un periodo de secado de 3 a 4 días. Para determinar el tiempo de secado efectivo; se pesó el contenido de cáscara por cada hora de secado, hasta que no se tenga variación en el peso, tal como se muestra en la Fig. 3. Las muestras luego de 10 horas (7.45 kg/m²) y 16 horas (12.35 kg/m²) de iniciado el secado, no registran variación de peso. Luego se separaron los restos de semilla y escobajo para realizar el balance de masa, obteniendo esos datos en porcentajes tal como se describe en la Fig. 2.

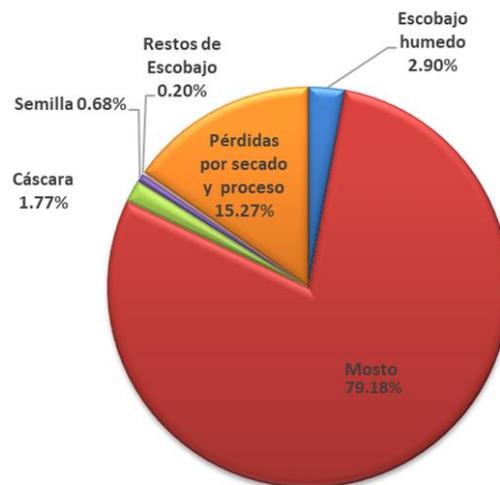


Fig. 2- Composición de la uva Quebranta de acuerdo con el proceso de pre-Fermentación de estrujado de uva Quebranta.

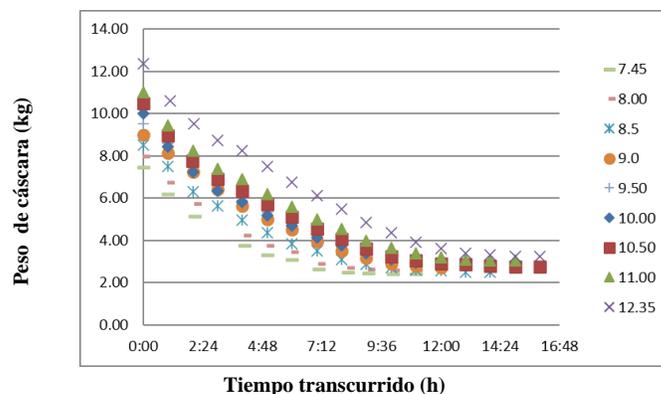


Fig. 3- Curvas de secado al ambiente de las cáscaras de uva Quebranta obtenidas luego de la etapa de pre-fermentación

En la etapa de pre-fermentación se logró separar de forma parcial la cáscara y semilla del orujo de uva. Sin embargo, su mejor separación se logró mediante un tamizado y la ayuda de un ventilador luego del secado de la cáscara, obteniéndose una

separación más completa de las partes del orujo, tal como muestra la Fig. 4, luego de ello se procedió a determinar las principales propiedades de las cáscaras y las semillas de uva Quebranta.



Fig 4. Partes del orujo de uva Quebranta obtenidos en la etapa de pre-fermentación A) cáscara B) semilla C) trazas de escobajo

Análisis proximal de la cáscara y semilla

Los resultados del análisis proximal de las cáscaras y las semillas se muestran en la Tabla I. Las cáscaras de uva Quebranta reportan resultados similares a las cáscaras de otras variedades de uvas pisqueras reportadas por [20], reportándose un menor contenido de humedad, debido a su mayor tiempo de secado al sol, de 12 a 15 días, en cuanto al contenido de aceites y grasas, se reportaron valores menores a la muestra de cáscara obtenida, siendo los valores 5.4 %, 7.7 % y 8.6 % en las cáscaras de uva Italia, Moscatel y variedades tintas respectivamente. En comparación con el orujo de uva Quebranta, los valores reportados tienen valores similares a [21], con valores de proteína de 8.1 a 10.1 %, aceites y grasas de 3.4 a 4.4 % y cenizas de 7.1 a 8.1 %. El leve contenido de aceites y grasas en las muestras de cáscara se explicaría porque parte de las semillas no han sido separadas del todo en la muestra de cáscara.

Los resultados del análisis proximal de las semillas de uva Quebranta son muy similares a los reportados de esta misma variedad por [22], con un contenido menor de aceites y grasas (6.29 %) respecto al 9.12 % reportados en el presente trabajo, a su vez los resultados obtenidos son menores que el contenido de aceites y grasas de las semillas de la variedad Albilla, Mollar y Moscatel, cuyos valores son de 9.26 %, 9.73 % y 11.20 % respectivamente. Los resultados de aceites y grasas reportados en la semilla también son menores al reportado por [23], donde el contenido de aceites y grasas de la semilla de uva Quebranta fue de 12.47 %.

En la Tabla I, también se muestra el efecto de la velocidad de agitación en la pre-fermentación, donde se obtuvieron valores mayores; a una velocidad de agitación de 30 rpm, aun corrigiendo el efecto de la humedad. Con una velocidad de agitación de 50 rpm aumentó la transferencia de los componentes del análisis proximal desde las cáscaras y semillas hacia el mosto en pre-fermentación, lo que se tradujo en un menor contenido de estos componentes en cáscaras y semillas, mostradas en la Tabla I. La velocidad de agitación de 30 rpm fue la misma velocidad de agitación que se utilizó en la etapa siguiente de fermentación del mosto de acuerdo con el proceso propuesto [24].

TABLA I
ANÁLISIS PROXIMAL DE LA CÁSCARA Y SEMILLA DE UVA QUEBRANTA

Parámetro	Semilla de uva	Cáscara de uva 30 rpm	Cáscara de uva 50 rpm
Humedad, %	11.39	11.26	13.36
Proteínas, %	7.34	11.23	8.58
Aceites y grasas, %	9.12	4.48	3.38
Fibra cruda, %	40.67	10.61	9.16
Cenizas, %	1.89	6.12	4.26
E.L.N. , %	29.59	56.30	61.26

Perfil de ácidos grasos del aceite de uva Quebranta

En la Tabla II se muestra el perfil de ácidos grasos del aceite de uva Quebranta, extraído del análisis proximal, determinado mediante el uso de un cromatógrafo de gases. Este aceite se caracteriza por poseer un elevado contenido de ácidos grasos polinsaturados, cuyo consumo en la dieta humana ayuda a disminuir los niveles de colesterol, en especial posee un alto contenido de ácido linoleico (omega 6), un ácido graso esencial en la alimentación, debido a que las células no la sintetizan, lo que ayuda a regular la presión arterial e incrementa la coagulación en la sangre [25].

Los resultados obtenidos son muy parecidos con el aceite de uva Quebranta obtenido con la tecnología de extracción con CO2 supercrítico: palmítico (6.71 %), esteárico (4.81 %), oleico (20.17 %), linoleico (66.69 %) y linolénico (0,31 %) [21]. Así como del aceite de uva Quebranta obtenido con extracción con hexano: palmítico (7.52%), esteárico (4.44 %), oleico (19.65 %), linoleico (66.69 %) y linolénico (0,30 %) [23].

Los resultados obtenidos son muy similares a los del aceite extraído de la semilla de la variedad Negra criolla, cuyo contenido de ácidos grasos fue: palmítico (9.3126%), esteárico (5.9768 %), oleico (15.3157 %), linoleico (67.0422 %) y otros (2.3526 %) [26].

En el caso del aceite de uva extraída con hexano, de algunas variedades mexicanas, reportaron mayor contenido de linoleico (70.3 - 73.0 %) y un menor contenido de oleico (16.6 -17.4 %), palmítico (6.0 - 7.0 %) y valores cercanos de esteárico (3.6-5.9 %) [27].

TABLA II
PERFIL DE ACIDO GRASOS DEL ACEITE DE UVA QUEBRANTA.

Ácido Graso	%
Palmítico	C 16:0 7.36 %
Esteárico	C 18:0 4.66 %
Oleico	C 18:1 20.68 %
Linoleico	C 18:2 65.93 %
α-Linolenico	C 18:3 0.34 %
% Saturados 13.05 %	
% Monosaturados 20.68 %	
% Polinsaturados 66.27 %	

Propiedades bioactivas de la cáscara

Las propiedades funcionales de la cáscara de uva Quebranta se muestran en la Tabla III. En el caso del CPT, a una agitación de 30 rpm en pre-fermentador se tiene un valor de 1.58 mg AGE/g y a una agitación de 50 rpm se tiene un valor de 1.20 mg AGE/g, se observa una pequeña pérdida de componentes fenólicos al aumentar la velocidad en la agitación del pre-fermentador. Sin embargo, estos valores son menores que los reportados por [20], cuyos valores fueron de 2.28 ,2.53 y 2.69 mg AGE/g en las cáscaras de uva Italia, Moscatel y variedades tintas respectivamente. Según [28], el CPT del orujo de uva Quebranta fue de 11.65 mg AGE/g para una muestra desengrasada y 12.55 mg AGE/g para una muestra sin desengrasar. El CPT reportado por [29] del orujo de uva Quebranta procedente de la industria vitivinícola, las cuales fueron secadas al sol, fue de 11.45 mg AGE/g. Estos valores mayores son debido a que en los orujos se tiene un alto contenido de semilla, las cuales presentan mayor contenido de polifenoles (60-70 %) respecto a las cáscaras (28 -35 %), otros factores que influyen en el contenido de polifenoles son la variedad de uva, el suelo de cultivo, la ubicación, la tecnología de proceso y extracción [8]. En el caso de la semilla de uva Quebranta se han reportado valores de 97.26 mg AGE/g [30]. Se ha estudiado el secado de orujo de uva Quebranta usando aire fresco y liofilización, las cuales han reportado un valor de 53.49 y 55.80 mg AGE/g respectivamente [31]. Por lo tanto, es recomendable estudiar cómo afecta los diversos procesos en el contenido de los compuestos bioactivos de los diversos componentes del orujo.

El contenido de flavonoides totales a una agitación de 30 rpm en pre-fermentador tiene un valor de 9.10 mg/100 g y a una agitación de 50 rpm se tiene un valor de 8.70 mg /100 g. Estos valores son menores que los reportados por [20], cuyos valores fueron de 12.5, 18.9 y 177.4 mg/100g en las cáscaras de uva Italia, Moscatel y variedades tintas respectivamente.

La capacidad antioxidante según el método ABTS a una agitación de 30 rpm en pre-fermentador tiene un valor de 1985.51 $\mu\text{mol TE/g}$ y a una agitación de 50 rpm se tiene un valor de 1507.15 $\mu\text{mol TE/g}$. Estos valores son mayores que los reportados por [20], cuyos valores fueron de 1310.19, 687.73 778.67 $\mu\text{mol TE/g}$ en las cáscaras de uva Italia, Moscatel y variedades tintas respectivamente.

TABLA III.
PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA DE CÁSCARA DE UVA

Propiedad Funcional	30 rpm	50 rpm
Contenido de polifenoles Totales, mg de AGE/ g muestra	1.58	1.20
Contenido de flavonoides, mg/ 100 g de muestra	9.10	8.70
Capacidad Antioxidante ABTS, $\mu\text{mol Trolox Equivalente/g de muestra}$	1985.51	1507.15

Fibra dietaria de la cáscara

En la Fig. 5 se muestra el contenido de la fibra dietaria de la cáscara de uva Quebranta, dando valores de 51.30 % y 41.62 % cuando la velocidad del agitador es 30 y 50 rpm respectivamente. Las cuales son ligeramente inferiores que las

reportadas por [20], cuyos valores son 62.3 %, 75.6 % y 58.7 %, correspondiente a la cáscara de uva Italia, Moscatel y variedades tintas respectivamente.

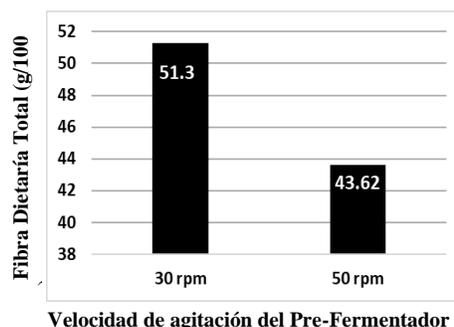


Fig. 5- Fibra dietaria Total de la cáscara de uva, evaluada a agitación del pre-fermentador de 30 y 50 rpm.

IV. CONCLUSIONES

Las cáscaras y semillas obtenidas en la etapa de pre-fermentación del proceso de elaboración de Pisco de uva Quebranta propuesto, cuentan con un gran potencial para ser usadas como materia prima para producir productos de mayor valor agregado en las diferentes industrias.

En el caso de la semilla de uva Quebranta contiene aproximadamente 9.12 % de aceite, su perfil de ácido graso reportó la presencia de ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico con contenidos de 7.36%, 4.66%, 20.68 %, 65.93 % y 0.34 % respectivamente. Debido a los beneficios para la salud la ingesta de estos ácidos grasos en la dieta humana es un gran potencial para ser usada en la industria alimentaria.

En el caso de la cáscara de uva Quebranta, su harina tiene un gran contenido compuestos bioactivos y fibra dietaria, debido a estas propiedades funcionales puede ser usadas como materia prima en la elaboración de productos para la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. Para optimizar un mejor contenido de estas propiedades, es importante estudiar el efecto de los diversos procesos, tales como el secado y la molienda de la cáscara y semilla.

La velocidad de agitación en la pre-fermentación del proceso propuesto afecta el nivel de compuestos químicos y componentes bioactivos finales en las cáscaras y semillas separadas, lo que requiere mayor investigación con el fin de determinar rendimientos óptimos.

AGRADECIMIENTOS

Todos los investigadores agradecen al apoyo del financiamiento del Concytec y Prociencia-Perú de acuerdo con el contrato N°206-2020 y al Instituto Tecnológico de la Producción - CITEagroindustrial Ica.

Asimismo, agradecen a las autoridades, docentes, alumnos y personal administrativo de la Universidad Nacional de Ingeniería y de la Facultad de Ingeniería Química y Textil, por la confianza y valioso apoyo al proyecto de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Consejo Regulador de la Denominación de Origen Pisco, «Reglamento de la denominación de Origen» Pisco, Lima: Dirección de Signos Distintivos - INDECOPI, 2012.
- [2] I. Vázquez-Rowe, et al. «Life Cycle Assessment of the production of pisco in Peru». *Journal of Cleaner Production*, 2017, vol. 142, pp. 4369-4383.
- [3] Ministerio de Producción. «Produce: Producción de pisco ascendió a 7.4 millones de litros hasta octubre», 2019 disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/70990-produce-produccion-depisco-ascendio-a-7-4-millones-de-litros-hasta-octubre>.
- [4] Centro de Innovación Tecnológica Vitivinícola (CITEvid), «La uva y el pisco: Potencialidades productivas,» Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD), Lima, 2004.
- [5] CITEagroindustrial, «Valorización de residuos y subproductos de la Industria Vitivinícola,» Ministerio de la Producción, Ica, 2018.
- [6] M. Cotacallapa-Sucapuca, R. Vilca-Curo, M. Coaguila, «El orujo de uva Italia como fuente de compuestos bioactivos y su aprovechamiento en la obtención de etanol y compost». *Fave. Sección Ciencias Agrarias*, 2020, vol. 19, no 1, pp. 17-32.
- [7] M. Bordiga; F T. Ravaglia y M Locatelli, «Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity—a review». *International Journal of Food Science & Technology*, 2019, vol. 54, no 4, pp. 933-942.
- [8] C. Beres, et al. «Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review». *Waste management*, 2017, vol. 68, pp. 581-594
- [9] R. Siroji, et al. «Green processing and biotechnological potential of grape pomace: Current trends and opportunities for sustainable biorefinery». *Bioresource Technology*, 2020, vol. 314, pp. 123771.
- [10] J. M. Peñarrieta, et al, «Phenolic compounds in food». *Revista Boliviana de Química*, 2014, vol 31(2), pp. 68-81.
- [11] D. Huang, O.U. Boxin y R. Prior, «The chemistry behind antioxidant capacity assays». *Journal of agricultural and food chemistry*, 2005, vol. 53, no 6, pp. 1841-1856.
- [12] F. Vilcanqui-Pérez y C. Vílchez-Perales. «Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión». *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 2017, vol. 67, no 2, pp. 146-156
- [13] M. G Borja Borja, M. De La Cruz Azabache, F. Calderón, R. Diburga, E. Quispe y L. Espinoza. «Fuzzy monitoring of the pisco grape pomace pre-fermentation process using the active power of the three-phase squirrel cage motor of the stirring system» 2021 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON). IEEE, 2021. pp. 1-5.
- [14] AOAC. «Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International. Method 950.46, Method 984.13, Method 2003.05, Method 962.09, Method 942.05 (18th ed.). AOAC», Gaithersburg, USA. 2005.
- [15] AOAC «Official Method 996.06. 21th Ed. Fat (total, Saturated, and Unsaturated) in foods. Hydrolytic extraction. Gas Chromatographic Method». 2019
- [16] T. Swain y W. Hillis, «The quantitative analysis of phenolic constituents». *J. Sci. Food Agric*, 1959, pp. 63-69.
- [17] S. Rangana, «Manual of analysis of fruit and vegetable products». Tata: McGraw-Hill. 1979.
- [18] M. B. Arnao, A. Cano y M. Acosta, «The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity». *Food chemistry*, 2021, vol 73 n°2, pp. 239-244.
- [19] AOAC. «Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International, Method 960.52 (16th ed.). AOAC International». 1997.
- [20] M. R. De La Cruz, et al. «Use of pomace from the wine industry to obtain flour with functional properties.» 2022
- [21] M. E. Barriga Sánchez, «Actividad antioxidante y antifúngica de compuestos fenólicos de la semilla de uva quebranta, recuperados del residuo sólido del procesamiento de pisco». 2018. Tesis de Posgrado Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- [22] F. Surco-Laos, et al. «Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante de extracto de semillas de uvas residuos de la producción de Piscos». *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2020, vol. 86, no 2, pp. 123-131.
- [23] M. Barriga-Sánchez, A. Hurata Huanca y O. Tinoco Gómez, «Optimización del rendimiento de la extracción de aceite de semillas de *Vitis vinifera* con CO₂ supercrítico». *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2018, vol. 84, no 2, pp. 217-227
- [24] M. De La Cruz Azabache, «Dispositivo para fermentar mosto de uva con control de agitación». Patente PE2019-0896 A1, 2 junio 2019.
- [25] A. Farrán-Codina, «Las grasas en la alimentación. *Pediatría Integral*», 2020, pp. 175.
- [26] A. M. Pitre, et al. «Extracción del aceite de la semilla de uva variedad "Criolla negra" y su caracterización». En *Anales de la Universidad Metropolitana*. Universidad Metropolitana, 2012. pp. 193-206.
- [27] F. Mora et al. «Ácidos grasos y parámetros de calidad del aceite de semilla de uva silvestre (*Vitis* spp.)». *Scientia Agropecuaria*, 2015, vol. 6, no 4, pp. 271-278.
- [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] E. Alvarez Yanamango, et al. «Recovery of phenolic compounds from grape residues from the production of pisco Quebranta». *EasyChair*, 2019.
- [30] D. E. Contreras Contreras, R A. Alor y E.A. Macavilca. «Actividad antioxidante de extractos de semillas de uvas recuperadas del residuo sólido de actividades vitivinícolas en el Valle de Cañete, Perú». *Functional Food Science and Technology Journal*, 2019, vol. 1, no 1, pp. 73-89.
- [31] 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*, 2017, vol. 3, n° 1, pp. 1361599.