





Antioxidant Capacity and Total Phenolic Compounds in the Production of Quebranta Grape Peel Flour

De La Cruz-Azabache, Mario R.^{1*} ; Maza-Mejía, Ily Marilú² ; Rodríguez-Hamamura, Nadia² ; Rojas-Morales, David² ; Llaury-Angeles, Melissa¹ ; Espinoza-Meza, Libio¹  and Quispe-Churata, Edson¹ 

¹ Grupo de Investigación Biotecnología Industrial, Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Av. Túpac Amaru 210. Rímac. Lima, Perú.;

² Laboratorio LABICER, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería, Av. Túpac Amaru 210. Rímac. Lima, Perú.

Abstract – The proposed process for obtaining Quebranta grape spirit called Pisco, considers the stages of destemming, pre-fermentation, crushing and centrifugation from which the must is obtained for subsequent fermentation and distillation. As a by-product of the process, there is the centrifuged peel of the Quebranta grape, which, when passed through solar drying and/or oven drying and subsequent grinding, produces a flour characterized by its content of bioactive compounds. In the present study, the effect of the different stages of the aforementioned process on the antioxidant capacity and total polyphenol content of Quebranta grape peel flour (HCUQ) was evaluated. The content of total polyphenols (CPT, Folin-Ciocalteu method) and antioxidant capacity (DPPH and ABTS+ Method) were evaluated by UV-Visible spectrophotometry. According to the ANOVA test, not all the results of the production processes are equal ($p < 0.05$) for the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of Quebranta grape peel flour. Using the Tukey test, it was evident that for the CPT analysis, the processes that did not significantly influence are those of samples M1 and M6; for the antioxidant capacity DPPH and ABTS, all processes had a significant influence. The CPT of the samples evaluated varied between 3,283 - 5,717 mg of gallic acid equivalent/g b.s.. The DPPH antioxidant capacity varied between 8.534 - 20,147 $\mu\text{mol Trolox equivalent/g b.s.}$, while the ABTS+ antioxidant capacity varied between 17.393 - 54.666 $\mu\text{mol Trolox equivalent/g b.s.}$

Keywords– antioxidant capacity, ABTS+, DPPH total phenolic compounds, Quebranta grape flour

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Capacidad Antioxidante y Compuestos Fenólicos Totales en la Producción de Harina de Cáscara de Uva Quebranta

De La Cruz-Azabache, Mario R.^{1*} ; Maza-Mejía, Ily Marilú ² ; Rodríguez-Hamamura, Nadia² ; Rojas-Morales, David² 

Llaury-Angeles, Melissa¹ ; Espinoza-Meza, Libio¹  y Quispe-Churata, Edson¹ 

¹ Grupo de Investigación Biotecnología Industrial, Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Av. Túpac Amaru 210. Rímac. Lima, Perú.;

² Laboratorio LABICER, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería, Av. Túpac Amaru 210. Rímac. Lima, Perú.

I. INTRODUCCIÓN

Resumen – El proceso propuesto para la obtención de aguardiente de uva de uva Quebranta denominado Pisco, considera las etapas de despalillado, pre-fermentación del estrujado y su centrifugación de donde se obtiene el mosto para su posterior fermentación y destilación. Como subproducto del proceso se tiene la cáscara centrifugada de uva Quebranta la que al pasar por un secado solar y/o secado en estufa y posterior molienda se obtiene una harina caracterizada por su contenido de compuestos bioactivos. En el presente estudio, se evaluó el efecto de las diferentes etapas del proceso mencionado, sobre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales de la harina de cáscara de uva Quebranta (HCUQ). El contenido de polifenoles totales (CPT, método Folin-Ciocalteu) y la capacidad antioxidante (Método DPPH y ABTS+) fueron evaluadas mediante espectrofotometría UV-Visible. Según la prueba de ANOVA no todos los resultados de los procesos de producción son iguales ($p < 0.05$) para el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de la harina de cáscara de uva Quebranta. Utilizando la prueba de Tukey se evidenció que para el análisis de CPT, los procesos que no influyeron significativamente son los de las muestras M1 y M6; para la capacidad antioxidante DPPH y ABTS, todos los procesos influyeron significativamente. El CPT de las muestras evaluadas varió entre 3.283 - 5.717 mg de ácido gálico equivalente/g b.s.. La capacidad antioxidante DPPH varió entre 8.534 - 20.147 μmol equivalente Trolox/g b.s., mientras la capacidad antioxidante ABTS+ varió entre 17.393 - 54.666 μmol equivalente Trolox/g b.s.

Palabra clave: capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales, harina de cáscara de uva Quebranta

El Pisco es la bebida bandera del Perú, producida de la destilación de mostos frescos de uvas pisqueras recientemente fermentadas y protegida mediante el reglamento de denominación de origen. Se tiene un total de 8 variedades de uvas pisqueras, donde la variedad de uva Quebranta es la mayor producción [1]. La producción de esta bebida abarca las regiones de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna, siendo la región Ica la de mayor producción [2].

La elaboración convencional de Pisco sigue las etapas de despalillado, maceración, prensado, fermentación y destilación, produciéndose en la etapa de prensado un residuo denominado orujo, una mezcla de cáscara y semilla, la cual representa alrededor de 10 a 15 % del peso de la uva [2],[3]. Se vienen estudiando un proceso de innovación a la elaboración convencional de Pisco, esta busca reemplazar la etapa de macerado y prensado por una etapa de pre-fermentación y centrifugación, con la finalidad de obtener cáscara y semilla de forma separada, además de aumentar la producción de mosto, dando como resultado una mejora en la cantidad de litro de Pisco producido por litro de uva [4].

Las cáscaras de uva son una fuente de compuestos funcionales, caracterizados principalmente por el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante [5]. En la actualidad se han buscado aprovechar las cáscaras de uvas procedente de diferentes industrias, entre ellas la industria vitivinícola, donde se puede obtener productos, tal como la harina, la cual posee buena propiedad alimenticia [6],[7],[8].

La harina de cáscara de uva tiene un valor potencial debido a los compuestos bioactivos, los cuales brindan múltiples beneficios a la salud humana, con gran potencial para ser usada en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica [7],[8]. Entre los compuestos bioactivos tenemos a los compuestos fenólicos, los cuales son metabolitos secundarios más abundantes en las cáscaras de las frutas, además estos compuestos se caracterizan por presentar una alta actividad antioxidante capaces de brindar propiedades para la prevención de diversas enfermedades al ser consumidos, tales como el cáncer [9].

Los antioxidantes son capaces de frenar la oxidación de otras moléculas importantes para el organismo humano. La

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

capacidad antioxidante generada por la presencia de los compuestos fenólicos puede contrarrestar la actividad de los radicales libres, minimizando el daño celular en el organismo [10].

En el proceso de obtener harinas de diferentes frutos se han investigado los procesos tecnológicos llegan a variar el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante, tal como la harina de lupino, donde los procesos de desamargado, extrucción y secado por aspersión afectaron significativamente el valor de los compuestos bioactivos de la harina [11]. Otro estudio sobre la producción de harina de orujo de manzana determina que la temperatura y tecnología de secado influyen directamente en el valor del contenido de compuesto bioactivos [12].

El objetivo del presente trabajo es evaluar, el efecto de las diferentes etapas del proceso de elaboración de aguardiente denominado Pisco, sobre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales de la harina de cáscara de uva Quebranta (HCUQ). Por considerar a la cáscara de la uva, como una fuente potencial de compuestos bioactivos, además de representar un gran porcentaje en el residuo de la industria de producción de Pisco, por lo que existe la necesidad de investigar que ocurre con los compuestos bioactivos durante el procesamiento hasta la obtención de la harina. Por tal motivo se investigó el efecto del proceso de despalillado, pre-fermentación, secado y molienda en los componentes bioactivos de la HCUQ.

II. METODOLOGÍA

A. Equipos y Reactivos

Los equipos usados fueron el espectrofotómetro UV-Visible (SHIMADZU, UV-1800), equipo de ultrasonido (WISD LABORATORY INSTRUMENTS, WUC-D10H), balanza digital (SHIMADZU, AUW 120), equipo de agua ultrapura (ELGA PURELAB) y estufa eléctrica (BINDER, ED115).

Los reactivos usados fueron metanol (Merck Millipore), agua ultrapure (del equipo ELGA PURELAB CLASSIC UV), ácido acético glacial al 100% P.A., (Merck Millipore), reactivo Folin-Ciocalteu 2N (Merck Millipore), carbonato de sodio anhidro P.A. (Merck Millipore), ácido gálico monohidratado ACS Reagent $\geq 98.0\%$ (Merck Millipore), radical libre DPPH 1,1-difenil-2-picrilhidracilo $> 97.0\%$ (TCI Chemicals), Trolox $\text{\textcircled{R}} 97\%$ (Fisher Scientific), radical AzBTS Sal de amonio del Ácido 2,2'-Acinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) $> 98.0\%$ (TCI Chemicals) y persulfato de potasio ACS reagent $\geq 99.0\%$ (Merck Millipore).

B. Proceso de Elaboración de Pisco y Harina de cáscara de uva

El proceso de elaboración de Pisco siguió las operaciones de acuerdo con [4], donde la uva Quebranta es despalillada, operación donde se obtiene estrujado de uva y como residuo el escobajo, luego sigue la pre-fermentación, donde se obtiene el

mosto, el cual es separado de la cáscara y semilla mediante la centrifugación, el mosto sigue el proceso de fermentación y luego los mostos fermentados son destilados para obtener el Pisco. En el caso de la obtención de HCUQ luego de la centrifugación, esta es secada, separada, molida y tamizada. Las diferentes muestras obtenidas de HCUQ fueron obtenidas tal como se muestra en la Fig. 1, y las condiciones de operación son mostradas en la Tabla I.

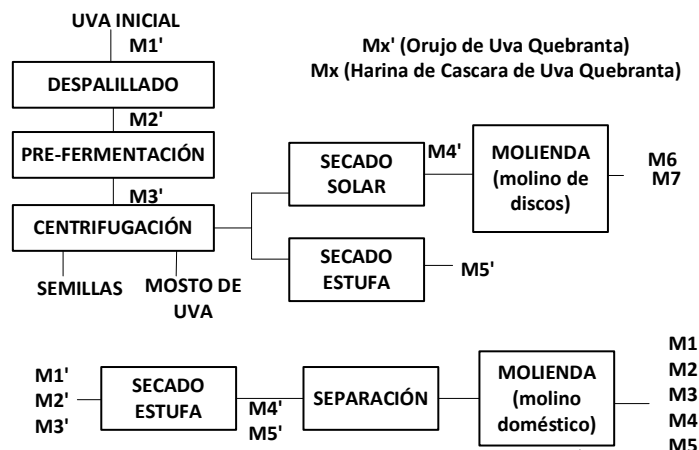


Fig. 1. Diagrama de Flujo de la obtención de las muestras de harina de cáscara de uva Quebranta

TABLA I.: PARÁMETRO DE PROCESO DE LA HARINA DE CÁSCARA DE UVA QUEBRANTA

| MUESTRA | OPERACIÓN | TEMP DE SECADO | TIPO DE SECADO | TIPO DE MOLIENDA |
|---------|-------------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| M1 | Separación manual | 40 °C | Estufa | Molino manual |
| M2 | Despalillado | 40 °C | Estufa | Molino manual |
| M3 | Pre-Fermentación | 40 °C | Estufa | Molino manual |
| M4 | Centrifugado | 70 °C | Estufa | Molino manual |
| M5 | Centrifugado | Ambiente | Solar | Molino manual |
| M6 | Centrifugado | Ambiente | Solar | Molino industrial (+ Malla 100) |
| M7 | Centrifugado | Ambiente | Solar | Molino industrial (- Malla 100) |

C. Proceso de Extracción

La extracción del extracto de cada HCUQ fue realizada de acuerdo con [13], [14], con algunas modificaciones. Para ello se pesó 1g y se adicionó 20 mL de solución de extracción de metanol: agua: ácido acético (80:19:1). La mezcla se sonicó por 20 minutos y se mantuvo en oscuridad por 4 horas, se repitió el sonicado por 20 minutos y se dejó en reposo por 19 horas con 20 minutos (todo el proceso duró 24 horas). Se filtró la mezcla en una fiola de 25 mL con lavados del solvente de extracción hasta aforo, se homogenizó y se trasladó el contenido a un tubo de ensayo de 25 mL. Los extractos fueron almacenados a 4°C y protegidos de la luz para su posterior análisis.

D. Determinación de Contenido de Polifenoles Totales

Se utilizó el método Folin-Ciocalteu [14], [15]; con algunas modificaciones. Se agregó 50 µL del estándar o blanco o extracto obtenido, 3950 µL de agua ultrapura, 250 µL de la solución de Folin Ciocalteu (2N) y se agitó en un vórtex por 1 minuto, se agregó 750 µL de Na₂CO₃ (20 %) y se dejó reaccionar en oscuridad a 25°C por 120 minutos. Al finalizar se midió la absorbancia a 700 nm por espectrofotometría UV-visible. Los ensayos se realizaron por triplicado. Se preparó la curva de calibración con ácido gálico en agua cuyas concentraciones de trabajo fueron de 20, 50, 100, 200 y 500 µg/mL. El blanco de curva de calibración fue el agua y el blanco de muestra fue la solución de extracción.

Se calculó CPT del extracto en mg EAG/g b.s. a partir de la curva de calibración obtenida.

E. Determinación de Capacidad Antioxidante mediante el método de DPPH

Se utilizó el método DPPH de acuerdo con [16] y [17]; con algunas modificaciones. Se agregó 300 µL del estándar o blanco o extracto obtenido y se mezcló con 2700 µL de una solución de DPPH (60 µmol/L en metanol). La solución se agitó y se incubó en oscuridad por 30 minutos a 25°C. Al finalizar se midió su absorbancia a 515 nm por espectrofotometría UV-visible. Se preparó la curva de calibración con el estándar Trolox en metanol cuyas concentraciones fueron 20, 50, 100, 200, 300 µmol/L. El blanco de curva de calibración fue el metanol.

El % de inhibición de DPPH se estimó utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{Inhibición} = \left(1 - \frac{A_{\text{muestra}}}{A_{\text{control}}} \right) \times 100 \%$$

Donde:

A_{muestra}: Absorbancia de la muestra y

A_{control}: Absorbancia de la solución control de DPPH.

Luego de obtener los valores % I, se calculó la concentración necesaria del extracto para obtener el 50% de inhibición (IC₅₀), con estos datos se reportó la CA-DPPH como TEAC (Capacidad antioxidante en equivalente Trolox), expresado en µmol ET/g b.s., a partir de la ecuación lineal obtenida del ploteo de las concentraciones de la muestra versus % inhibición.

F. Determinación de Capacidad Antioxidante mediante el método de ABTS

Se utilizó el método ABTS⁺ de acuerdo con [14] y [18]; con algunas modificaciones. Primero se obtuvo el radical ABTS⁺, para ello se hizo reaccionar 9.8 mL de ABTS a 7.4 mM con 0.2 mL de persulfato de potasio a 122.5 mM y se incubó en oscuridad por 16 horas. Posteriormente la mezcla se diluyó con metanol hasta obtener una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a 734 nm. Las mezclas de reacción se prepararon con 100 µL del estándar o blanco o extracto obtenido y se mezcló con 2900 µL del

radical ABTS⁺ por 6 minutos en un ambiente oscuro a 25°C. Al finalizar, se midió la absorbancia a 734 nm por espectrofotometría UV-visible.

Se realizó la curva de calibración con el estándar Trolox en metanol cuyas concentraciones fueron 5, 10, 25, 50, 100 µg/mL. El blanco de curva de calibración fue el metanol.

El % de inhibición de ABTS se estimó de la misma forma que el método de capacidad antioxidante DPPH, la capacidad antioxidante mediante el método ABTS se expresó en TEAC, expresado en µmol ET/g b.s.

E. Análisis estadístico

Las diferentes muestras fueron evaluadas por triplicado, obteniéndose su valor medio ± desviación estándar. Se aplicó la prueba de ANOVA para determinar diferencias significativas entre los valores medios experimentales (p<0.05) y la Prueba de Tukey para agrupar los procesos de las muestras. Se usó el software Minitab 19 para los análisis estadísticos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Del análisis de la Tabla II y Fig. 2. sobre el CPT sobre la HCUQ, se aprecia que, en el proceso de despalillado y la pre-fermentación, aumenta el CPT de la cáscara original de 4.715 mg AGE/mg b.s. a 5.717 y 5.491 respectivamente. Sin embargo, en el proceso de centrifugado hay una reducción del CPT. En las muestras M4 se aprecia el efecto de la temperatura en el CPT fue de 3.702 mg AGE/mg b.s. a 70°C. Sin embargo, cuando se seca a temperatura solar, como es el caso de las muestras M5 y M6 la capacidad antioxidante es del orden de 3.702 mg AGE/mg b.s. y 4.353 mg AGE/mg b.s. respectivamente. Estos datos deberán estar relacionados al tiempo de secado de las muestras. Las muestras M6 y M7 muestran el efecto del tamaño de partícula. En la muestra M6 se trabajó con malla Tyler -50/+100 (-300µm) y en la muestra M7 con malla Tyler -100 (-150µm). Obteniéndose resultados de 4.353 y 5.452 mg AGE/mg b.s. respectivamente.

En un trabajo sobre el secado de orujo de manzana a 50 °C y 60 °C, en un secador de microondas asistido por vacío y en un horno secador, respectivamente, se determinó que el contenido fenólico total y la actividad antioxidante del orujo en polvo estaban muy influenciados por la técnica de secado. Los resultados en el secado con microondas mostraron un contenido de polifenoles totales de 5.21±0.09 mg AGE/g mientras que el polvo secado al horno mostró un valor significativamente menor de 3,14±0,06 mg AGE/g, sucediendo el mismo comportamiento con la capacidad antioxidante. [12]

Un estudio para determinar polifenoles totales y actividad antioxidante en extractos de semillas de 8 uvas pisqueras del Perú indican una alta capacidad antioxidante lo cual se relaciona con el contenido de polifenoles totales y flavonoides, lo que lleva a considerarlas como alimentos funcionales se encontró un valor máximo en la uva Moscatel con polifenoles

totales de $2,53 \pm 0,09$ mg AGE/g, mientras que en capacidad antioxidante la uva Negra Criolla muestra un mayor DPPH mostrando $0,858 \pm 0,027$ IC50 /mg de extracto [19].

Las harinas de orujo de varias uvas pisqueras del Perú que fueron lavadas, desinfectadas y secadas al sol de 12 a 15 días y molidas en molino de martillo, mostraron que son fuente de compuestos bioactivos, proteínas y fibra dietaria, con presencia de polifenoles totales y de antocianinas. Las mezclas de variedades tintas son las que poseen mayor cantidad de compuestos fenólicos, en el orden de 269,3 mg de AGE/100 g de muestra [5].

Se realizaron estudios sobre el efecto de la velocidad de agitación en la pre-fermentación de orujos en la elaboración de Pisco, en cáscaras y semillas de uva Quebranta. En el caso de la cáscara de uva Quebranta, se registró para 30 rpm un contenido de polifenoles totales de 1.58 mg AGE/g y para 50 rpm 1.20 mg AGE/g, mientras que el contenido de flavonoides fue de 9.1 mg/100g muestra y 8.70 mg/100g muestras respectivamente. Con referencia a la capacidad antioxidante se reportó 1985 μ mol Trolox equivalente/g para una agitación de 30 rpm y 1507 μ mol Trolox equivalente/g para 50 rpm. [3].

En un estudio se produjo harina de cáscara de maracuyá amarilla con el fin de evaluar entre otras propiedades su contenido de polifenoles totales y su capacidad antioxidante. Se lavaron las cáscaras con agua corriente, se cortaron y deshidrataron en una estufa con circulación forzada a 60 ± 5 °C durante 24 horas, luego se fragmentaron en una licuadora y tamizaron a malla 36. Se obtuvo un contenido de polifenoles totales de 645.54 ± 2.47 mg AGE/100 g b.s. que su capacidad antioxidante ABTS fue 29.06 ± 1.70 μ M Trolox/g y DPPH 79.05 ± 1.65 μ M Trolox/g [20].

Según [21], la harina producida de las cáscaras de orujo de uva que fueron secadas en una estufa de tiro forzado a temperaturas de 55 °C y 24 horas, molida en un micromolino a 27,000 rpm y tamizado a 2 mm y 3 mm, mostró un alto contenido de fibra, carbohidratos y compuestos fenólicos y antioxidantes.

TABLA II.: CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES DE LA HARINA DE CASCARA DE UVA

| MUESTRA | CPT (mg AGE/g b.s.) |
|---------|----------------------------------|
| M1 | 4.715 \pm 0.754 ^{ABC} |
| M2 | 5.717 \pm 0.525 ^A |
| M3 | 5.491 \pm 0.810 ^{AB} |
| M4 | 3.702 \pm 0.357 ^{BC} |
| M5 | 3.283 \pm 0.411 ^C |
| M6 | 4.353 \pm 0.927 ^{ABC} |
| M7 | 5.452 \pm 0.578 ^{AB} |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

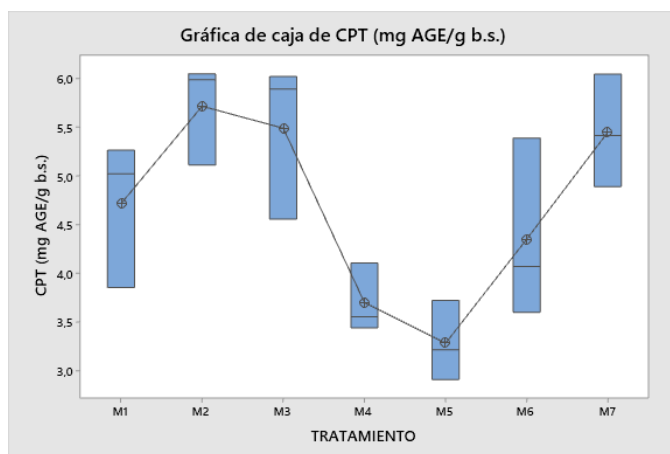


Fig 2. Valores de contenido de polifenoles totales de la harina de cáscara de uva Quebranta

En relación con nuestro trabajo, tal como se muestra en la Tabla III y Fig. 3, la capacidad antioxidante en equivalente trolox (TEAC) de la prueba DPPH de la cáscara del fruto fue de 10.367 μ mol ET/g b.s. de la cáscara de la uva despalillada 11.869 μ mol ET/g b.s. y de la cáscara luego de la pre-fermentación 11.509 μ mol ET/g b.s. Indicando un aumento de la capacidad antioxidante de la cáscara en las operaciones de despalillado y pre-fermentación, muestras M2 y M3 respectivamente. Se aprecia una reducción en la cáscara centrifugada y secada a 70°C, registrando 8.534 μ mol ET/g b.s., muestra M4. Sin embargo, con referencia al tamaño de partícula el TEAC de la prueba DPPH para partículas -50/+100 malla Tyler fue de 15.765 μ mol ET/g b.s. y para partículas Tyler -100 fue 20.147, μ mol ET/g b.s., muestras M6 y M7 respectivamente.

TABLA III CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA HARINA DE CASCARA DE UVA

| MUESTRA | CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DPPH (TEAC, μ mol ET/g b.s.) |
|---------|---|
| M1 | 10.367 \pm 0.508 ^{AB} |
| M2 | 11.869 \pm 0.123 ^A |
| M3 | 11.509 \pm 0.171 ^A |
| M4 | 8.534 \pm 1.601 ^B |
| M5 | 9.853 \pm 1.001 ^{AB} |
| M6 | 15.765 \pm 1.192 ^C |
| M7 | 20.147 \pm 1.057 ^D |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

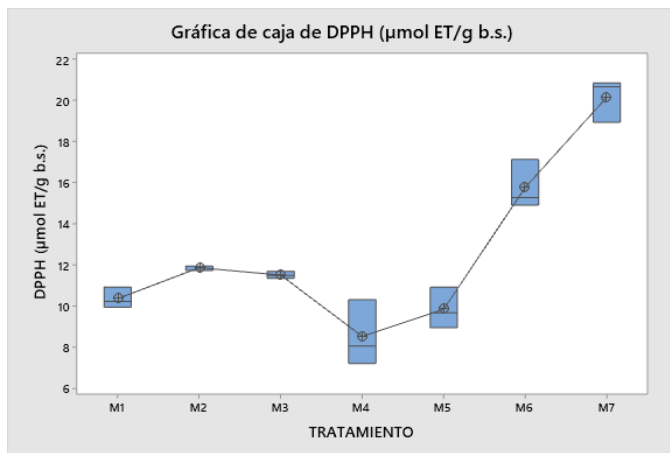


Fig 3. Valores de contenido de capacidad antioxidante DPPH de la harina de cáscara de uva Quebranta

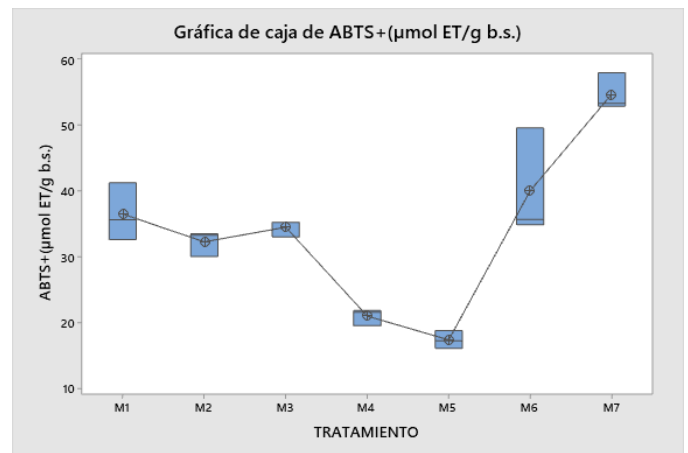


Fig 4. Valores de contenido de Capacidad antioxidante ABTS de la harina de cáscara de uva Quebranta

Asimismo, tal como se muestra en la Tabla IV y Fig. 4, la capacidad antioxidante en equivalente Trolox (TEAC) de la prueba ABTS de la cáscara del fruto; muestra M1; fue de 36.486 $\mu\text{mol ET/g b.s.}$, de la cáscara de la uva despalillada 32.267 $\mu\text{mol ET/g b.s.}$ y de la cáscara luego de la pre-fermentación 34.483 $\mu\text{mol ET/g b.s.}$, muestras M2 y M3 respectivamente. Indicando una reducción de la capacidad antioxidante ABTS de la cáscara en las operaciones de despalillado y pre-fermentación. Lo mismo se aprecia en la cáscara centrifugada y secada con luz solar, registrando 17.393 $\mu\text{mol ET/g b.s.}$, muestra M5. Sin embargo, con referencia al tamaño de partícula el TEAC de la prueba ABTS para partículas -50/+100 malla Tyler fue de 40.027 $\mu\text{mol ET/g b.s.}$ y para partículas Tyler -100 fue 54.666 $\mu\text{mol ET/g b.s.}$, muestras M6 y M7 respectivamente.

TABLA IV. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE ABTS DE LA HARINA DE CÁSCARA DE UVA

| MUESTRA | CAPACIDAD ANTIOXIDANTE ABTS |
|---------|---------------------------------|
| M1 | 36.486 \pm 4.376 ^A |
| M2 | 32.267 \pm 1.940 ^A |
| M3 | 34.483 \pm 1.282 ^A |
| M4 | 21.006 \pm 1.266 ^B |
| M5 | 17.393 \pm 1.356 ^B |
| M6 | 40.027 \pm 8.246 ^A |
| M7 | 54.666 \pm 2.829 ^C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Del análisis del ANOVA se rechaza la hipótesis que todas las operaciones son significativamente iguales para los análisis de CPT y CA por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey obteniendo las agrupaciones donde las medias de las operaciones de las muestras que no comparten una letra son significativamente diferentes, mostrados en las tablas II, III y IV. De lo que se evidenció que para el análisis de CPT, los procesos que no influyeron significativamente son los de las muestras M1 y M6; para la capacidad antioxidante DPPH y ABTS, todos los procesos influyeron significativamente.

La presencia de polifenoles totales y capacidad antioxidante en la harina de cáscara de uva Quebranta, así como su contenido de fibra dietaria y otros compuestos bioactivos, hace posible que pueda ser agregada a alimentos con el fin de aumentarles su valor nutricional. Se han realizado pruebas añadiendo la harina de cáscara de uva a pasta de trigo [22] [23], galletas [24] y otros productos de panadería con resultados positivos. [25] [26].

IV. CONCLUSIONES

Los procesos referidos a la muestra M1 (descascarado manual, secado en estufa y molienda manual) y M6 (centrifugado, secado solar y molino industrial), no influyeron en el CPT, mientras que todos los procesos influyeron en la CA de la cáscara de uva Quebranta.

El CPT de la cáscara de uva Quebranta descascarada manualmente se ha determinado en 4.715 mg AGE/mg b.s., mientras que en la cáscara después del despalillado se determinó en 5.717 mg AGE/mg b.s. y en la cáscara luego de la pre-fermentación se obtuvo en, 5.49 mg AGE/mg b.s..

En lo referente a la cáscara luego de la centrifugación, esto es en la separación del mosto y secada con luz solar el CPT fue de 3.702 mg AGE/mg b.s., disminuyendo el valor en relación con la cáscara obtenida de la pre-fermentación sin centrifugar.

El CPT de las muestras evaluadas varió entre 3.283 - 5.717 mg de AGE/g b.s.. La capacidad antioxidante DPPH varió entre 8.534 - 20.147 μmol equivalente Trolox/g b.s., mientras la

capacidad antioxidante ABTS+ vario entre 17.393 – 54.666 μmol equivalente Trolox/g b.s.

Con referencia al tamaño de partícula las muestras con -50/+100 mallas Tyler registró una cantidad de polifenoles de 4.353 mgAGE/mg b.s. y la muestra con malla Tyler -100 5.452 mgAGE/mg de b.s., notándose el efecto del tamaño de partícula en el contenido de polifenoles de la cáscara. El mismo esquema se repite con la determinación de la capacidad antioxidante medida con la metodología ABTS y la de DPPH.

Los resultados obtenidos determinan que la harina de cáscara de uva Quebranta puede ser considerada como una fuente de alimentos funcionales y por tanto puede servir como aditivo o ingrediente para la elaboración de alimentos mejorados.

AGRADECIMIENTOS

Los presentes investigadores agradecen el apoyo del Vicerrectorado de Investigación de la UNI de acuerdo con el Contrato Proyecto de Formación Formativa VRI-FIQT-PF-29-2022.

Asimismo, se agradece la participación del Laboratorio de Investigación y Certificaciones de la Facultad de Ciencias de la UNI (LABICER-UNI) por el apoyo brindado al presente proyecto.

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] De la Cruz-Azabache, M. R., Cosi-Cutipa, R., Borja-Borja, M. G., Espinoza-Meza, L., & Quispe-Churata, E. (2022). Use of pomace from the wine industry to obtain flour with functional properties. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2022-December. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.167>.
- [4] Mario, R., Borja, M. G. B., Meza, L. E., Calderón-Morocho, F., Diburga-Villanueva, R., & Quispe-Churata, E. Pre-Fermentation of crushed Quebranta grape in the production of Pisco with separation of skins and seeds. 2022
- [5] De la Cruz-Azabache, M., Borja-Borja, M. G., Cosi-Cutipa, R., Espinoza-Meza, L., Quispe-Churata, E., & Lauro-Huacanca, J. (2023). 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. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.812>
- [6] CITEagroindustrial, «Valorización de residuos y subproductos de la Industria Vitivinícola,» Ministerio de la Producción, Ica, 2018
- [7] López-Astorga, M., Molina-Quijada, C. C., Ovando-Martínez, M., & Leon-Bejarano, M. (2023). Grape Pomace: More than a Waste, a Source of Bioactive compounds. *CTS EPISTEMIUS*, 115-122.
- [8] 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.
- [9] Martínez Navarrete, N., Camacho Vidal, M., & Martínez Lahuerta, J. J. (2008). Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietética*, 64-68.
- [10] Coronado H., M., Vega y León, S., Gutiérrez T, R., Vasquez F., M., & Radilla V. Claudia. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 206-212
- [11] Cordova-Ramos, Javier S., et al. Efecto del proceso tecnológico sobre la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales del lupino andino (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Scientia Agropecuaria*, 2020, vol. 11, no 2, p. 157-165.
- [12] Bhat, I. M., Wani, S. M., Mir, S. A., & Naseem, Z. (2023). Effect of microwave-assisted vacuum and hot air oven drying methods on quality characteristics of apple pomace powder. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00141-4>
- [13] Pintač, D., Majkić, T., Torović, L., Orčić, D., Beara, I., Simin, N., ... Lesjak, M. (2018). Solvent selection for efficient extraction of bioactive compounds from grape pomace. *Industrial Crops and Products*, 111(March 2017), 379–390. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.038>
- [14] Ordoñez-Gómez, E. S., Reátegui-Díaz, D., & Villanueva-Tiburcio, J. E. (2018). Total polyphenols and antioxidant capacity of peel and leaves in twelve citrus. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 123–131. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.13>
- [15] Vernon L. Singleton Rudolf Orthefer, and R. M. L.-R. (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Polyphenols and Flavonoids*, 152–178.
- [16] Alvarez-Yanamango, E., Vietti-Guzman, F., Napan, L., Huayta, F., & Cueva, R. (2019). Recovery of phenolic compounds from grape residues from the production of pisco quebranta. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2019-July(July), 24–26. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.206>
- [17] Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- [18] Roberta Re, Nicoletta Pellegrini, Anna Proteggente, Ananth Pannala, Min Yang, and C. R.-E. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS RADICAL CATION DECOLORIZATION ASSAY. *Free Radical Biology & Medicine*, 26, 1231–1237.
- [19] Surco Laos, F., Ayquipa Paucar, H., Quispe Gamboa, W., García Ceccarelli, J., & Valle Campos, M. (2020). 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*, 86(2).
- [20] Macedo, M. C. C., Correia, V. T. da V., Silva, V. D. M., Pereira, D. T. V., Augusti, R., Melo, J. O. F., Pires, C. V., de Paula, A. C. C. F. F., & Fante, C. A. (2023). Development and Characterization of Yellow Passion Fruit Peel Flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Metabolites*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/metabo13060684>
- [21] Bender, A. B. B., de Mello Luvielmo, M., Loureiro, B. B., Speroni, C. S., Boligon, A. A., da Silva, L. P., & Penna, N. G. (2016). Obtention and characterization of grape skin flour and its use in an extruded snack. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19.
- [22] IUGA, M., & MIRONEASA, S. (2021). CHARACTERIZATION OF PASTA FROM HEAT MOISTURE TREATED WHEAT FLOUR AND GRAPE PEELS. *Food and Environment Safety Journal*, 20(2). <https://doi.org/10.4316/fens.2021.011>
- [23] Ungureanu-luga, M., & Mironeasa, S. (2021). Advance on the capitalization of grape peels by-product in common wheat pasta. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/app112311129>
- [24] Abreu, J., Quintino, I., Pascoal, G., Postinger, B., Cadena, R., & Teodoro, A. (2019). Antioxidant capacity, phenolic compound content and sensory properties of cookies produced from organic grape peel (*Vitis labrusca*) flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4). <https://doi.org/10.1111/ijfs.14100>
- [25] Beres, C., Freitas, S. P., Godoy, R. L. de O., de Oliveira, D. C. R., Deliza, R., Iacomini, M., Mellinger-Silva, C., & Cabral, L. M. C. (2019). Antioxidant dietary fibre from grape pomace flour or extract: Does it make any difference on the nutritional and functional value? *Journal of Functional Foods*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.03.014>
- [26] Nini, R. N., Tuty Anggraini, Hasbullah, & Dini Hervani. (2023). Review On Innovative Flours to Increase the Nutritional Value and Organoleptic

Acceptability of Food, Especially Cakes, Slices of Bread and Pizza. *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, 3(3).
<https://doi.org/10.31849/jurkim.v3i3.15716>