

Anthocyanic composition and sensory acceptability in new drinks made from red winemaking residues

Composición antociánica y aceptabilidad sensorial en nuevas bebidas elaboradas a partir de residuos de vinificación en tinto

Harold Sánchez-Sánchez, Ing.¹; Juan Tamba-Hernández, Ing.¹; Ricardo Vejarano, Dr.^{2*}

¹ Ingeniería Agroindustrial. Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Peru.

² Dirección de Investigación y Desarrollo. Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Peru. ricardo.vejarano@upn.edu.pe

Abstract– *The aim of the study was to evaluate the anthocyanins content, antioxidant capacity (AC) and sensory acceptability in drinks obtained from different mixtures of red grape skins dried at two different temperatures (40 and 150 °C). Fresh unfermented red grape skins (F) and residual skins from fermented red grape (W), in both cases dried at both temperatures, were used. Five aqueous extracts at different proportions of the dry grape skins (40/150 °C) for both fractions were prepared as follows: M1 (100/0%), M2 (0/100%), M3 (50/50%), M4 (75/25%), and M5 (25/75%), respectively. The anthocyanins content and the antioxidant capacity (AC) were measured, and all extracts were evaluated by a tasting panel of 15 judges. The highest anthocyanins content was obtained in the extracts corresponding to the FM₁ and WM₁ mixtures, with 100% of grape skins dried at 40 °C, which also showed the highest antioxidant capacity, reaching an antioxidant efficiency Q of 100% with 1 and 2 grams of mixture of the respective grape skins per liter, respectively. The sensorial analysis showed a greater acceptability for the extracts FM₅ and WM₅, which were also rated with high values of preference for flavor and toasted aroma, indicating a trend towards extracts with a toasted character. The results suggest the potential of winemaking residues for the elaboration of new drinks with high sensorial acceptability and as a source of antioxidant compounds that could contribute to the prevention of diseases related to oxidative stress.*

Keywords: *Winemaking residues, red grape, antioxidants, anthocyanins, functional drink.*

Resumen– *El objetivo del estudio fue evaluar el contenido de antocianinas, la capacidad antioxidante (CA) y la aceptabilidad sensorial de nuevas bebidas obtenidas a partir de diferentes mezclas de hollejos de uva tinta secados a dos temperaturas diferentes (40 y 150 °C). Se trabajó con hollejos frescos de uva tinta sin fermentar (F) y con hollejos residuales de uva tinta fermentada (W), en ambos casos, secados a ambas temperaturas. Se prepararon cinco extractos de diferentes mezclas de los hollejos secos (40/150 °C) para ambas fracciones: M1 (100/0%), M2 (0/100%), M3 (50/50%), M4 (75/25%) y M5 (25/75%), respectivamente. Se determinó el contenido de antocianinas y la capacidad antioxidante (CA), y todos los extractos fueron sometidos a evaluación sensorial por un panel de 15 jueces. Se obtuvo el mayor contenido de antocianinas en los extractos correspondientes a las mezclas FM₁ y WM₁, con un 100% de hollejos*

secados a 40 °C, que además mostraron la mayor capacidad antioxidante, alcanzando una eficiencia antioxidante Q de 100% con 1 y 2 gramos de mezcla de los respectivos hollejos por litro, respectivamente. Por su parte, la evaluación sensorial mostró una mayor aceptabilidad de los extractos FM₅ y WM₅, los cuales además fueron calificadas con altos valores de preferencia de sabor y mayor aroma a tostado, indicando una tendencia hacia los extractos con carácter a tostado. Los resultados muestran el potencial de los residuos vinícolas para la elaboración de nuevas bebidas con alta aceptabilidad sensorial y como fuente de compuestos antioxidantes, que pueden contribuir a la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

Palabras clave: *Residuos vinícolas, uva tinta, antioxidantes, antocianinas, bebida funcional.*

I. INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales están diseñados para conferir beneficios fisiológicos y/o reducir el riesgo de enfermedades más allá de las funciones básicas de nutrición [1], gracias a su contenido de compuestos bioactivos como fitoesteroles, probióticos, fibra, ácidos grasos, compuestos fenólicos, etc., y cuyo consumo se viene incrementando de manera considerable en años recientes. Estos compuestos bioactivos han demostrado actividad antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena, antimicrobiana [2], [3], ayudando por tanto en la prevención de diversas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

Dentro de este importante grupo destacan los compuestos fenólicos, antioxidantes con capacidad para disminuir el riesgo de estrés oxidativo a través de diversos mecanismos [3]–[5]. Estos compuestos forman parte de las diferentes estructuras de vegetales ampliamente cultivados en Perú, como uva tinta, arándano, maíz morado, sauco, camote morado, etc.

De estos cultivos, la uva tinta se ha posicionado como uno de los más importantes en los últimos años. Se ha incrementado la producción de vino tinto debido al incremento del consumo *per cápita* en el mercado peruano [6]. Sin embargo, la disposición de los residuos generados durante la elaboración del vino se está convirtiendo en un tema de interés, considerando

Digital Object Identifier: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.203>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390
DO NOT REMOVE

que en la mayoría de los casos estos residuos son desechados sin aprovechar los compuestos bioactivos que aún contienen [7].

Tecnológicamente, los residuos de uva tinta podrían ser aprovechados para diferentes aplicaciones, muchas de las cuales aún se encuentran en estudio a nivel de laboratorio a fin de evaluar y determinar la viabilidad de escalamiento a nivel industrial, con el potencial de generar ingresos adicionales a las empresas que se dedican a la producción de vino tinto. Por ejemplo se ha estudiado la extracción de compuestos bioactivos [8], [9], la utilización como fertilizantes [10], la recuperación de ácido tartárico [11], la extracción de aceite de las semillas [12], entre otras aplicaciones. También se ha estudiado sus aplicaciones en la elaboración de productos alimentarios para consumo humano, por ejemplo, utilización de harina de hollejo de uva tinta en la elaboración de snacks [13].

Otra alternativa de aplicación en alimentos podría ser la elaboración de bebidas a partir de los hollejos residuales, considerando que éstos pueden llegar a representar hasta el 50% del total de residuos vinícolas [14], y cuyo contenido de antocianinas puede llegar hasta 830 mg/100 g hollejo fresco [7]. Como antecedente, se ha desarrollado una bebida a partir de cáscara de jaborcaba, residuo alimentario con alto contenido en antocianinas [15].

No obstante, considerando que muchos de los compuestos fenólicos pueden ser sensibles a los diferentes tratamientos aplicados en el procesamiento de las materias primas, produciendo su degradación, es necesario evaluar las condiciones óptimas que permitan mantener la mayor cantidad de estos compuestos en el producto final. En ese sentido, el estudio tuvo como objetivo evaluar el contenido de antocianinas, la capacidad antioxidante y la aceptabilidad sensorial en bebidas obtenidas a partir de diferentes mezclas de hollejos de uva tinta secados a dos temperaturas diferentes, además de evaluar en qué medida el proceso de vinificación (fermentación de la uva tinta para obtener vino) influye sobre el contenido y la estabilidad de las antocianinas en los hollejos residuales de la uva tinta.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Tratamiento de los hollejos residuales y preparación de los extractos acuosos

Se utilizó uva tinta (*Vitis vinifera* var. Gross Collman) procedente de Cascas (La Libertad, Perú). Las bayas fueron separadas en dos fracciones: uva tinta fresca sin fermentar (F) y uva tinta para vinificación o fermentada (W), cuyos hollejos fueron secados en una estufa de convección forzada UF-55 (Memmert GmbH Co. KG, Schwabach, Alemania) a dos temperaturas diferentes:

- 40 °C: a fin de preservar las antocianinas y preservar los aromas varietales.

- 150 °C: a fin de evaluar la estabilidad de las antocianinas y conferir aromas a tostado.

Posteriormente cada hollejo seco fue triturado y tamizado hasta obtener un polvo homogéneo (106 µm) y almacenado herméticamente a -20 °C.

De acuerdo con la Tabla 1, para ambas fracciones (F y W) de hollejos secados a ambas temperaturas, se prepararon las siguientes mezclas (40/150 °C): M1 (100%/0%), M2 (0%/100%), M3 (50%/50%), M4 (75%/25%), y M5 (25%/75%), respectivamente. Posteriormente, tomando como referencia la metodología desarrollada por Morata (2004), 1 gramo de cada mezcla (M) fue suspendida en 30 mL de una solución agua:etanol (90:10) acidulada a pH 3.5 con ácido cítrico (Merck Schuchardt OHG, Hohenbrunn, Alemania), procediendo a agitar durante 30 minutos a 300 rpm, tras lo cual se enrazó hasta 50 mL. Las suspensiones fueron luego centrifugadas a 4000 rpm por 10 minutos para separar el sobrenadante (extracto acuoso). Todas las extracciones se realizaron por triplicado.

TABLA 1
MEZCLAS PREPARADAS CON AMBAS FRACCIONES DE HOLLEJOS (F Y W)

MEZCLA	TEMPERATURA DE SECADO		FRACCIÓN DE HOLLEJO	
	40 °C	150 °C	F	W
M ₁	100%	0%	FM ₁	WM ₁
M ₂	0%	100%	FM ₂	WM ₂
M ₃	50%	50%	FM ₃	WM ₃
M ₄	75%	25%	FM ₄	WM ₄
M ₅	25%	75%	FM ₅	WM ₅

B. Análisis de antocianinas mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

El análisis de antocianinas se realizó mediante cromatografía líquida de alta resolución con un detector de matriz de diodos (HPLC-DAD) [16]. Se utilizó un cromatógrafo Agilent Technologies 1100 (Palo Alto, California, Estados Unidos), equipado con una columna de fase inversa Kinetex C18 (100 x 4.6 mm; 2.6 µm) (Phenomenex, Torrance, California, Estados Unidos). Para la separación de los compuestos de interés, la fase móvil estuvo formada por dos eluyentes trabajando a 0.8 mL min⁻¹: disolvente A (agua/ácido fórmico: 95/5) y B (metanol/ácido fórmico: 95/5). Se inyectaron 100 µL de cada extracto previamente filtrado (filtros de membrana de 0.45 µm) (Tecknokroma, Barcelona, España). La detección se realizó mediante escaneo en el rango entre 500-600 nm. La cuantificación se realizó por comparación con un patrón externo a 525 nm y se expresó en función de la concentración de malvidina-3-O-glucósido (M3G) (Extrasynthèse, Genay, Francia). El límite de detección fue de 0.1 mg L⁻¹. Cada antocianina fue identificada en base a su tiempo de retención con respecto a la antocianina mayoritaria

(M3G), y por comparación de los espectros UV-vis y de masas con la literatura [17]. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Los resultados se expresaron mediante la agrupación de las antocianinas en: antocianinas monoméricas, vitisinas, antocianinas acetiladas, antocianinas cumariladas y antocianinas vinilfenólicas, con el fin de verificar la presencia de antocianinas sintetizadas durante el contacto del mosto/vino con los hollejos de la uva sometida a vinificación (fracción W).

C. Contenido de antocianinas monoméricas totales (AMT)

El contenido de antocianinas monoméricas totales (AMT) fue determinado en base al método de pH-diferencial [18]. Los extractos de cada mezcla fueron diluidos en dos soluciones tampón: pH 1.0 y pH 4.5, incubando durante 30 minutos a temperatura ambiente, tras lo cual se midió la absorbancia a 520 y a 700 nm en un espectrofotómetro UV-vis 8453 (Agilent Technologies, Palo Alto, California, Estados Unidos) con una cubeta de 1 cm de paso de luz. El contenido de AMT (mg/100 g hollejos secos) fue calculado de la siguiente manera:

$$AMT \left(\frac{mg}{100 g} \right) = \frac{A \times 449.2 \times DF}{26900 \times f} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

$$A = (Abs_{520} - Abs_{700})_{pH_{1.0}} - (Abs_{520} - Abs_{700})_{pH_{4.5}} \quad (2)$$

El contenido de AMT fue calculado como cianidina-3-glucósido (Cian-3-G), utilizando su coeficiente de absortividad molar ($\epsilon = 26900 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) y su masa molecular (449.2 g mol^{-1}). DF es el factor de dilución en las soluciones tampón, y f es la proporción “g muestra seca/mL extracto” (en nuestro caso 1/50). Todos los análisis se realizaron por triplicado.

D. Capacidad antioxidante (CA)

La capacidad antioxidante (CA) fue determinada en base al ensayo DPPH [19]. Se preparó una solución de 50 mg L^{-1} DPPH en metanol al 80% (v/v). Se utilizaron los extractos de las mezclas M1 y M2 de ambas fracciones de hollejos (F y W), diluyendo cada extracto en la solución de metanol hasta alcanzar 10 mL de volumen total de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2:

TABLA 2
DILUCIONES DE LOS EXTRACTOS M1 Y M2 DE LAS FRACCIONES DE HOLLEJOS F Y W

mL EXTRACTO / mL METANOL 80%	0.5/9.5	1.0/9.0	2.5/7.5	4.0/6.0	5.0/5.0
EQUIVALENTE DE MEZCLA DE HOLLEJOS SECOS (g L ⁻¹)	1.0	2.0	5.0	8.0	10.0

100 µL de cada dilución fueron mezclados con 1000 µL de DPPH, incubando por 30 minutos en oscuridad. Luego se midió la absorbancia de las muestras a 520 nm ($A_{muestra}$: muestra en contacto con el DPPH, y A_{DPPH} : solución DPPH) en un espectrofotómetro UV-vis 8453 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, Estados Unidos) en una cubeta de 1 cm. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

La CA, es decir la capacidad de los compuestos fenólicos para neutralizar al radical DPPH, fue expresada como la eficiencia antioxidante (Q) de cada extracto [20]:

$$Q(\%) = 1 - \frac{A_{muestra}}{A_{DPPH}} \times 100 \quad (3)$$

E. Análisis sensorial

Tomando como base los resultados de capacidad antioxidante (CA), para todos los extractos, se eligió el equivalente de mezcla de hollejos secos cuya dilución neutralizó totalmente al radical DPPH (eficiencia antioxidante $Q = 100\%$). Este equivalente óptimo de mezcla de hollejos secos, también en base a la Tabla 1, se suspendió en agua estéril acidulada con ácido cítrico a pH 3.5, procediendo a agitar durante 30 minutos, filtrando posteriormente para obtener las bebidas a ser evaluadas por el panel sensorial de 15 jueces, con quienes previamente se estandarizó la terminología y los atributos a evaluar: color, aroma a uva, aroma a tostado, sabor y aceptabilidad global.

Los panelistas usaron una escala de 1 a 5 para calificar cada atributo (1: atributo no agradable, y 5: atributo fuertemente agradable). Así mismo, se evaluó la tonalidad percibida por los panelistas, mediante una escala de 1 a 5 (1: percepción de tonalidad amarilla, y 5: percepción de tonalidad roja).

F. Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANOVA) y la prueba LSD (mínima diferencia significativa) de Fisher, a un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$), se realizaron utilizando el software IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., Armonk, Nueva York, Estados Unidos), con el fin de identificar diferencias significativas.

En el caso del análisis sensorial, se aplicó la prueba de Friedman para obtener los rangos promedio a partir de las puntuaciones asignadas a cada muestra por los panelistas, y en base a dichos resultados determinar las muestras con mayor aceptabilidad.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Análisis de antocianinas mediante HPLC

La Figura 1 muestra los grupos de antocianinas detectadas en los extractos de ambas fracciones de hollejos, tomando en

cuenta los tiempos de retención (RT) de los cromatogramas HPLC. El contenido de cada grupo de antocianinas se muestra en la Tabla 3 (antocianinas monoméricas, vitisinas, antocianinas acetiladas, antocianinas cumariladas y antocianinas vinilfenólicas), siendo mayor (prueba LSD de Fisher, $p < 0.05$) en el extracto correspondiente a la mezcla FM₁, es decir, con 100% de hollejos F (uva fresca sin fermentar secados a 40 °C, de acuerdo con el diseño mostrado en la Tabla 1). Mientras que el menor contenido fue obtenido en la mezcla FM₂ (100% de hollejos F, de uva fresca sin fermentar secados a 150 °C), lo que indicaría la degradación de las antocianinas a esta temperatura de secado [21], [22].

Por su parte, en los extractos correspondientes a las mezclas WM₁ y WM₂, es decir, con un 100% de contenido de hollejos W (uva sometida a proceso de fermentación), secados a 40 °C y 150 °C, respectivamente (de acuerdo con el diseño mostrado en la Tabla 1), se obtuvieron contenidos mayores a la mezcla FM₂ en todos los grupos de antocianinas, incluso en la mezcla WM₂ (secados a la misma temperatura que los hollejos de FM₂), lo que indica una mayor estabilidad de las antocianinas remanentes en los hollejos fermentados, debido a la síntesis de derivados antociánicos, principalmente vitisinas y piranoantocianinas vinilfenólicas, que no se ven afectadas debido a la robustez del doble enlace en su anillo estructural heteroaromático [23].

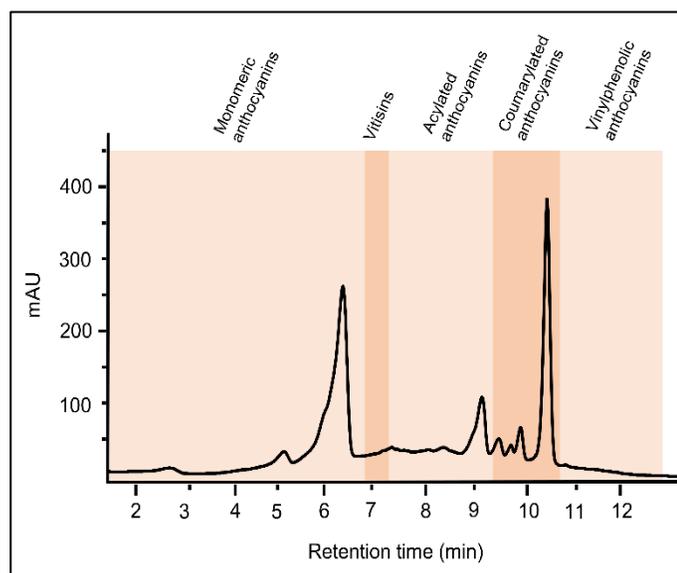


Fig. 1 Regiones del cromatograma HPLC para la agrupación de las antocianinas en: antocianinas monoméricas, vitisinas, antocianinas acetiladas, antocianinas cumariladas y antocianinas vinilfenólicas.

Respecto a los grupos de antocianinas (Tabla 3), se observa que las vitisinas fueron identificadas únicamente en la mezcla WM₁, mientras que las piranoantocianinas vinilfenólicas solo fueron detectadas en las mezclas WM₁ y WM₂. Ambos grupos de antocianinas son sintetizadas durante el proceso fermentativo a partir de las antocianinas monoméricas [5], [24], de modo que es de esperar que únicamente aparezcan en residuos de uva tinta que ha sido sometida a proceso de

vinificación, como ocurre en este estudio con la fracción W, si bien en el caso de la mezcla WM₂, posiblemente las vitisinas sintetizadas hayan sido degradadas a la alta temperatura de secado de los hollejos (150 °C).

TABLA 3
CONTENIDO DE ANTOCIANINAS (mg/100 g HOLLEJO SECO) EN LOS EXTRACTOS DE LAS FRACCIONES F Y W DE LOS HOLLEJOS SECOS (ANÁLISIS HPLC)

	FM1	FM2	WM1	WM2
Antocianinas monoméricas	245.67 ± 1.23 a	4.57 ± 0.45 d	137.40 ± 5.72 b	34.63 ± 0.50 c
Vitisinas	n.d.	n.d.	1.59 ± 0.10 a	n.d.
Antocianinas acetiladas	51.17 ± 0.81 a	1.47 ± 0.26 d	11.98 ± 0.12 b	4.49 ± 0.07 c
Antocianinas cumariladas	202.48 ± 12.13 a	8.99 ± 1.16 d	164.46 ± 4.56 b	30.93 ± 1.42 c
Antocianinas vinilfenólicas	n.d.	n.d.	1.84 ± 0.25 a	0.52 ± 0.06 b
Antocianinas totales	499.32 ± 11.70 a	15.03 ± 0.56 d	317.27 ± 9.67 b	70.57 ± 1.18 c

Promedio ± desviación estándar. Para cada grupo de antocianinas, diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (prueba LSD de Fisher, $p < 0.05$). n.d.: No detectado.

B. Contenido de antocianinas monoméricas totales (AMT)

La Figura 2 muestra el contenido de antocianinas monoméricas totales (AMT) en 100 g de hollejo seco. Se observan diferencias significativas en el contenido de AMT entre todos los tratamientos para ambas fracciones de hollejos (prueba LSD de Fisher, $p < 0.05$). Las mezclas M₁ de ambas fracciones (100% de hollejos deshidratados a 40 °C), presentaron el mayor contenido de AMT (612.22 y 111.88 mg AMT para los hollejos F y W, respectivamente), seguidas por las mezclas M₄ con 75% de hollejos secados a 40 °C (438.76 y 83.70 mg AMT para los hollejos F y W, respectivamente).

En contraste, los tratamientos con mayor proporción de hollejos deshidratados a 150 °C (de acuerdo con la Tabla 1) presentaron menor contenido de AMT (mezcla M₂ para ambas fracciones de hollejos: F y W). La reducción en el contenido de

AMT en la mezcla M₂ muestra la sensibilidad de las antocianinas a la alta temperatura de secado, la cual afecta su estabilidad, y por tanto son degradadas [21], [22], [25].

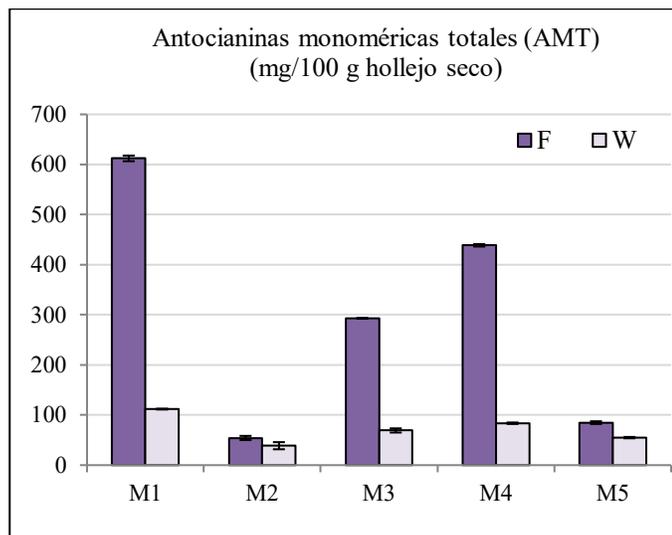


Fig. 2 Promedio \pm desviación estándar de antocianinas monoméricas totales (AMT) en los extractos (método de pH-diferencial [18]). Se obtuvo diferencias significativas en el contenido de AMT entre todos los tratamientos para ambas fracciones de hollejos (prueba LSD de Fisher, $p < 0.05$).

Así mismo, en la Figura 2 se observa que el contenido de antocianinas es proporcional al porcentaje de hollejos secados a 40 °C en cada mezcla, siendo el contenido de AMT de mayor a menor en el siguiente orden $M_1 > M_4 > M_3 > M_5 > M_2$, tanto para la fracción F como para la W.

También se determinó el porcentaje de pérdida de antocianinas respecto a la temperatura de secado de 150 °C, observando en la Figura 3 que la pérdida de AMT incrementa en relación directa con el contenido de hollejos secados a 150 °C, para ambas fracciones de hollejos (F y W), siendo menor la pérdida de AMT en los hollejos W (uva fermentada), debido a que estos hollejos residuales contienen derivados antocianínicos estables sintetizados durante la fermentación, principalmente piranoantocianinas vinilfenólicas y vitisinas [23], en concordancia con los resultados mostrados en la Tabla 3.

C. Capacidad antioxidante (CA)

En la Tabla 4 se puede observar que 1 g de la mezcla FM₁ (100% de hollejos F de uva fresca sin fermentar secados a 40 °C, de acuerdo con la Tabla 1) fue suficiente para neutralizar completamente ($Q = 100\%$) al radical DPPH [20]. Por su parte, los mismos hollejos F secados a 150 °C (FM₂) mostraron una menor capacidad antioxidante, siendo necesarios 5 g para alcanzar el mismo efecto ($Q = 100\%$). Esta pérdida de capacidad antioxidante está relacionada con la degradación de los compuestos fenólicos a la alta temperatura de secado [21], [22], [25], en concordancia con los bajos contenidos de antocianinas en la mezcla FM₂ (Tabla 3 y Figura 3).

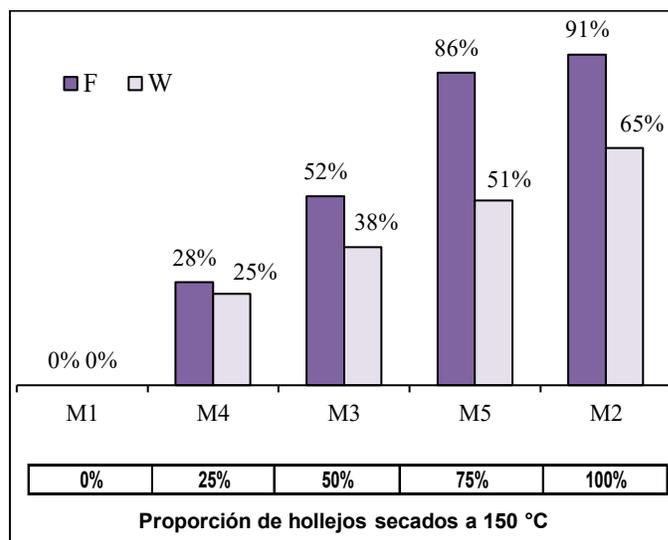


Fig. 3 Porcentaje de pérdida de antocianinas monoméricas totales (AMT), calculados a partir de los resultados de contenido de AMT (Figura 2).

Similar comportamiento se observa en los hollejos de uva sometida a proceso de fermentación (Tabla 4), donde la temperatura de secado de 150 °C (WM₂) disminuyó la capacidad para neutralizar al radical DPPH con respecto a los mismos hollejos secados a 40 °C (WM₁).

TABLA 4
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS EXTRACTOS DE HOLLEJOS SECOS DE LAS FRACCIONES F Y W FRENTE AL RADICAL DPPH (DIFERENTES COLORES EN LAS CELDAS DE LA MISMA FILA INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS - LSD DE FISHER, $P < 0.05$)

	Equivalente de hollejo seco (g L ⁻¹)				
	1	2	5	8	10
FM ₁	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
FM ₂	Red	Yellow	Blue	Blue	Blue
WM ₁	Red	Blue	Blue	Blue	Blue
WM ₂	Red	Yellow	Blue	Blue	Blue

Q = 100%
50% < Q < 100%
Q ≤ 50%

La Tabla 4 también muestra que la CA del extracto de la mezcla WM₁ (100% de hollejos de uva fermentada secados a 40 °C) es menor que en el extracto de la mezcla FM₁ (100% de hollejos de uva fresca sin fermentar secados a 40 °C), siendo necesarios 2 g de la mezcla WM₁ para neutralizar totalmente ($Q = 100\%$) al radical DPPH, en concordancia con el menor contenido de antocianinas de la mezcla WM₁ (Tabla 3), lo cual estaría relacionado con la transferencia de los compuestos fenólicos desde los hollejos al mosto/vino durante el proceso de vinificación [7], [25], disminuyendo por tanto el contenido fenólico en los hollejos residuales W.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y tomando como base la cantidad mínima de hollejos que mostraron la mayor capacidad antioxidante (Tabla 4) en las mezclas evaluadas, es decir, la capacidad para neutralizar completamente al radical DPPH ($Q = 100\%$), se eligió la dosis de 5 g/L de hollejo seco en todas las mezclas para la posterior preparación de las bebidas que fueron sometidas al análisis sensorial.

D. Análisis sensorial

La Figura 4 muestra los rangos promedio obtenidos con la prueba de Friedman, a partir de las puntuaciones asignadas por los panelistas a cada atributo de las bebidas evaluadas.

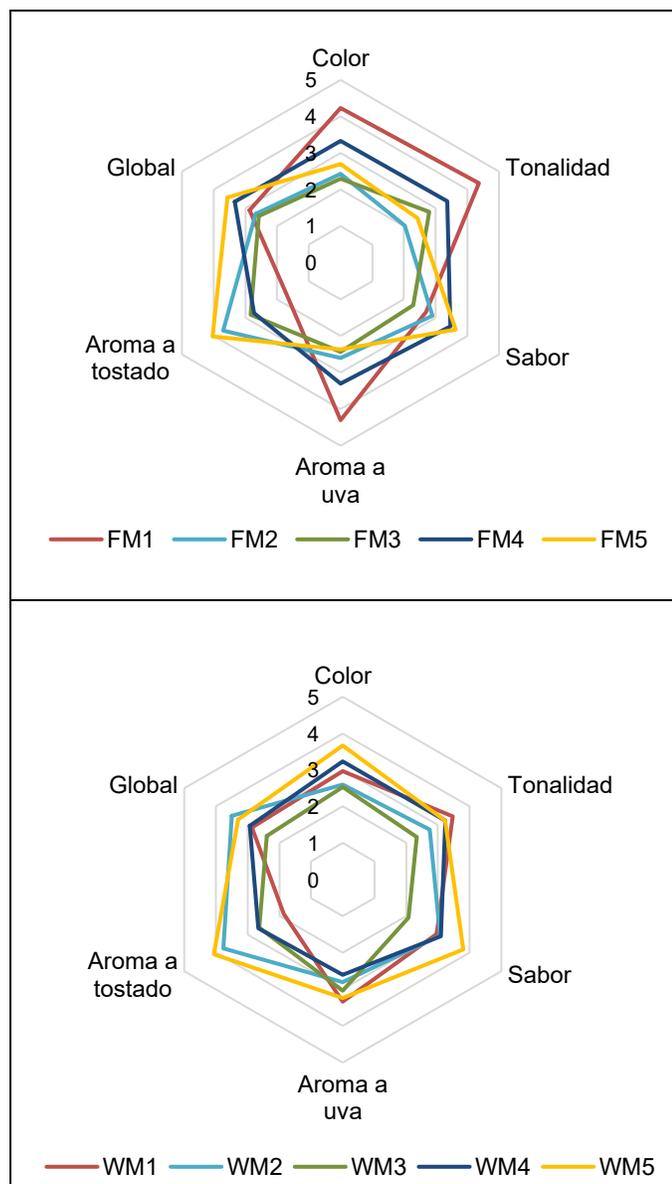


Fig. 4 Representación gráfica de los rangos promedio obtenidos con la prueba de Friedman, a partir de las puntuaciones asignadas por los panelistas para las bebidas a base de las fracciones hollejos F y W (a partir de 5 gramos de cada mezcla de hollejos secos por litro).

Las bebidas correspondientes a las mezclas de hollejos de uva fresca sin fermentar (F), el panel sensorial asignó el valor más alto de tonalidad al extracto FM₁, es decir, fue calificado como el extracto con mayor percepción de tonos rojos, en concordancia con el mayor contenido de antocianinas en la respectiva mezcla (Tabla 3 y Figura 2). Además de ser la bebida cuyo color gustó más a los jueces, y en el cual se percibió mejor el aroma a uva fresca. No obstante, los jueces mostraron una mayor preferencia respecto al sabor y aroma a tostado en el extracto FM₅ (con 25 y 75% de hollejos secados a 40 y 150 °C, respectivamente), en concordancia con la mayor aceptabilidad global de dicho extracto, lo que indica una mayor preferencia por una bebida con aromas y sabor a tostado.

Respecto a las bebidas correspondientes a las mezclas de hollejos de uva fermentada (W), la Figura 4 muestra una mayor percepción de aromas a tostado en los extractos WM₅ y WM₂, en concordancia con los altos porcentajes de hollejo secado a 150 °C en estas mezclas (75 y 100%, respectivamente de acuerdo con la Tabla 1). Además, el panel sensorial mostró la mayor preferencia respecto al color y al sabor en el extracto WM₅. Dicho extracto, también obtuvo altas valoraciones en la percepción del aroma a uva fresca y en la aceptabilidad global.

De modo que, en la mayoría de atributos, el panel sensorial asignó mayores valoraciones a los extractos FM₅ y WM₅, es decir, una alta preferencia por las bebidas con predominio de aromas a tostado (hollejos secados a 150 °C), que además, considerando los resultados de la Tabla 4, a la concentración utilizada para preparar estas bebidas (5 gramos de mezcla de hollejos secos por litro), se obtendría una alta capacidad antioxidante, dado que las proporciones de hollejos de las mezclas FM₅ y WM₅ se encuentran en valores intermedios a las proporciones de las cuatro mezclas de la Tabla 4.

IV. CONCLUSIONES

El mayor contenido de antocianinas fue determinado en los extractos correspondientes a las mezclas FM₁ y WM₁, con un 100% de hollejos secados a 40 °C, que además mostraron la mayor capacidad antioxidante, alcanzando una eficiencia antioxidante Q de 100%, con 1 y 2 gramos de mezcla de los respectivos hollejos. Así mismo, se detectaron derivados antocianínicos (vitisinas y piranoantocianinas vinilfenólicas) en los hollejos residuales de la uva tinta sometida a fermentación, mostrando mayor estabilidad frente a la alta temperatura de secado (150 °C) con respecto a los hollejos de uva fresca sin fermentar secados a la misma temperatura. Por su parte la evaluación sensorial mostró una mayor aceptabilidad global de los extractos FM₅ y WM₅, los cuales además fueron calificadas con altos valores de preferencia de sabor y mayor aroma a tostado, indicando una tendencia hacia los extractos con carácter a tostado. Teniendo en cuenta la dosis de hollejos utilizada (5 gramos de mezcla de hollejos secos por litro), se puede considerar que las bebidas elaboradas y evaluadas por el panel sensorial, además de mostrar una alta capacidad antioxidante ($Q = 100\%$), presentan una alta aceptabilidad sensorial, integrando adecuadamente el carácter varietal (aroma

a uva fresca) y de tostado. En general, los resultados muestran el potencial de los residuos vinícolas para la elaboración de nuevas bebidas con alta aceptabilidad sensorial y como fuente de compuestos antioxidantes, que pueden contribuir a la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Universidad Privada del Norte (UPN) a través de los proyectos UPN-20171003 y UPN-20191001. Los autores agradecen al personal del Departamento de Química y Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Madrid (España) por su excelente asistencia técnica en los análisis mediante cromatografía líquida (HPLC) y espectrofotometría UV-vis.

REFERENCIAS

- [1] USDA. (2015). Basics about functional food. [Online]. Disponible: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/00000000/NPS/FinalFunctionalFoodsPDFReadVersion6-25-10.pdf>
- [2] M. Pervin *et al.*, "Preventive and therapeutic effects of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) extract against DSS-induced ulcerative colitis by regulation of antioxidant and inflammatory mediators," *Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 28, pp. 103–113, 2016, doi: 10.1016/j.jnutbio.2015.10.006.
- [3] S. Skrovankova, D. Sumczynski, J. Mlcek, T. Jurikova, and J. Sochor, "Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. Review," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 16, no. 10, pp. 24673–24706, 2015, doi: 10.3390/ijms161024673.
- [4] Y. Peng *et al.*, "Antioxidant and anti-inflammatory activities of pyranoanthocyanins and other polyphenols from staghorn sumac (*Rhus hirta* L.) in Caco-2 cell models," *Journal of Functional Foods*, vol. 20, pp. 139–147, 2016, doi: 10.1016/j.jff.2015.10.026.
- [5] R. Vejarano, A. Gil-Calderón, V. Díaz-Silva, and J. León-Vargas, "Improvement of the bioactive profile in wines and its incidence on human health: Technological strategies," in *Advances in Grape and Wine Biotechnology*, A. Morata and I. Loira, Eds. London: IntechOpen, 2019.
- [6] OIV. (2021, Enero 29). Estadísticas de consumo per cápita de vino en Perú. [Online]. Disponible: <http://www.oiv.int/es/statistiques/?year=2016&countryCode=PER>
- [7] I. Romero, "Extracción de compuestos fenólicos de la uva al vino. Papel de los enzimas de maceración," Tesis doctoral, Universidad de Murcia, España, 2008.
- [8] C. Castro-López, R. Rojas, E. J. Sánchez-Alejo, G. Niño-Medina, and G. C. G. Martínez-Ávila, "Phenolic compound recovery from grape fruit and by-products: An overview of extraction methods," in *Grape and Wine Biotechnology*, A. Morata and I. Loira, Eds. London: IntechOpen, 2016.
- [9] P. Sette, A. Fernandez, J. Soria, R. Rodriguez, D. Salvatori, and G. Mazza, "Integral valorization of fruit waste from wine and cider industries," *Journal of Clean. Production*, vol. 242, p. 118486, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118486.
- [10] I. S. Arvanitoyannis, D. Ladas, and A. Mavromatis, "Potential uses and applications of treated wine waste: A review," *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 41, no. 5, pp. 475–487, 2006, doi: 10.1111/j.1365-2621.2005.01111.x.
- [11] D. Yalcin, O. Ozcalik, E. Altiok, and O. Bayraktar, "Characterization and recovery of tartaric acid from wastes of wine and grape juice industries," *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 94, no. 3, pp. 767–771, 2008, doi: 10.1007/s10973-008-9345-z.
- [12] L. Fiori, "Grape seed oil supercritical extraction kinetic and solubility data: Critical approach and modeling," *The Journal of Supercritical Fluids*, vol. 43, no. 1, pp. 43–54, 2007, doi: 10.1016/j.supflu.2007.04.009.
- [13] A. B. B. Bender *et al.*, "Obtention and characterization of grape skin flour and its use in an extruded snack," *Brazilian Journal of Food Technology*, vol. 19, p. e2016010, 2016, doi: 10.1590/1981-6723.1016.
- [14] B. Jin and J. M. Kelly, "Wine industry residues," in *Biotechnology for agro-industrial residues utilisation: Utilisation of agro-residues*, P. Singh nee' Nigam and A. Pandey, Eds. Dordrecht: Springer, 2009, pp. 293–311.
- [15] J. K. da Silva, Á. G. Batista, C. B. B. Cazarin, A. P. Dionisio, E. S. Brito, and M. R. Marostica-Junior, "A new functional tea from Brazilian berry: bioactive profile of extract aqueous of jaboticaba peel," *Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos*, 2015, p. 35482, [Online]. Available: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2015/papers/a-new-functional-tea-from-brazilian-berry--bioactive-profile-of-extract-aqueous-of-jaboticaba-peel>.
- [16] J. M. Del Fresno, A. Morata, I. Loira, C. Escott, and J. A. Suárez Lepe, "Evolution of the phenolic fraction and aromatic profile of red wines aged in oak barrels," *ACS Omega*, vol. 5, no. 13, pp. 7235–7243, 2020, doi: 10.1021/acsomega.9b03854.
- [17] M. Monagas, V. Núñez, B. Bartolomé, and C. Gómez-Cordovés, "Anthocyanin-derived pigments in Graciano, Tempranillo, and Cabernet Sauvignon wines produced in Spain," *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 54, no. 3, pp. 163–169, 2003.
- [18] M. M. Giusti and R. E. Wrolstad, "Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy," *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, Unit F1.2, pp. 1-13, 2001, doi: 10.1002/0471142913.faf0102s00.
- [19] A. Floegel, D. O. Kim, S. J. Chung, S. I. Koo, and O. K. Chun, "Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods," *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 24, no. 7, pp. 1043–1048, 2011, doi: 10.1016/j.jfca.2011.01.008.
- [20] P. Molyneux, "The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity," *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, vol. 26, no. 2, pp. 211–219, 2004, doi: 10.1287/isre.6.2.144.
- [21] G. A. Garzón, "Anthocyanins as natural colorants and bioactive compounds. A review," *Acta Biológica Colombiana*, vol. 13, no. 3, pp. 27–36, 2008.
- [22] C. Saucier, "How do wine polyphenols evolve during wine ageing?," *Cerevisia*, vol. 35, no. 1, pp. 11–15, 2010, doi: 10.1016/j.cervis.2010.05.002.
- [23] A. Morata *et al.*, "Electron beam irradiation of wine grapes: Effect on microbial populations, phenol extraction and wine quality," *Food and Bioprocess Technology*, vol. 8, no. 9, pp. 1845–1853, 2015, doi: 10.1007/s11947-015-1540-x.
- [24] A. Morata *et al.*, "Reduction of 4-ethylphenol production in red wines using HCDC+ yeasts and cinnamyl esterases," *Enzyme and Microbial Technology*, vol. 52, no. 2, pp. 99–

- 104, 2013, doi: 10.1016/j.enzmictec.2012.11.001.
- [25] M. S. Su and P. J. Chien, "Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation," *Food Chemistry*, vol. 104, no. 1, pp. 182-187, 2007, doi: 10.1016/j.foodchem.2006.11.021.
- [26] A. Morata, "Influencia de la maduración antociánica de la uva y de la biotecnología fermentativa en color, aroma y estructura de vinos tintos," Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2004.