

Caracterización de residuos de la industria vinícola del valle de Sáchica con potencial nutricional para su aprovechamiento después del proceso agroindustrial

Carol Segura¹, Camilo Guerrero², Ernesto Posada³, Jaquelin Mojica⁴, Walter Pérez Mora^{5,6}

RESUMEN

La especie de uva tinta *Vitis vinifera* L, comúnmente conocida como Cabernet sauvignon es la más empleada en los procesos de vinificación debido a su sabor pronunciado, aroma e intenso color, además de la gran abundancia de compuestos fenólicos (fenoles simples- fenoles compuestos) en comparación con otras variedades; por otra parte se adapta con mucha facilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el potencial de los subproductos de vinificación de esta uva (orujos), como fuente prometedora y renovable de compuestos de interés nutracéutico. Para ello se procedió a la caracterización fisicoquímica, determinación de compuestos fenólicos y determinación de minerales de los residuos. Las propiedades antioxidantes de estos compuestos y su capacidad para atrapar radicales libres, son las responsables de las propiedades farmacológicas que se les atribuye.

Palabras Clave— Cabernet Sauvignon, compuestos fenólicos, propiedades antioxidantes, residuos de la industria vinícola.

I. INTRODUCCIÓN

Los residuos agroindustriales son una fuente prometedora y renovable de compuestos de interés industrial, en especial en la industria farmacéutica, debido a que contienen fitoquímicos con características bioactivas y propiedades farmacológicas [1]. Los alimentos funcionales son aquellos que aportan nutrientes, los cuales poseen componentes bioactivos que ejercen efectos farmacológicos modulando funciones terapéuticas en el cuerpo resultando beneficiosos

para la salud, [2] este efecto prometedor ha sido atribuido a los compuestos fenólicos los cuales son distribuidos comercialmente como productos nutracéuticos. [3, 4,5]

Los alimentos funcionales son aquellos que aportan nutrientes, de tal manera que satisfagan las necesidades nutricionales de los consumidores. Uno de los alimentos considerados funcionales es el vino, al que se le atribuyen cualidades antioxidantes debidas a la presencia de compuestos fenólicos, que además han sido también distribuidos comercialmente como productos nutracéuticos. [3, 4,5]. Estos se clasifican de manera general como fenoles y ácidos fenólicos (polifenoles no flavonoideos) y flavonoides [6]. Se ha reportado que estos tienen efectos positivos sobre la absorción y la biodisponibilidad de minerales, ya que tiene la capacidad de quelar cationes divalentes, principalmente hierro y zinc a través de su unión a los grupos carboxilos e hidroxilos [7,8]. Por otro lado, estudios epidemiológicos han demostrado que la dieta que incluye compuestos fenólicos provenientes de plantas, reducen el riesgo de enfermedades coronarias de corazón, debido a la actividad antioxidante, además estos compuestos tienen efectos antiinflamatorios incluyendo el proceso de adición a la molécula de citosina y quimiocina generando una supresión suave a efectos pro-inflamatorios [9], sin embargo la evidencia terapéutica de estos compuestos aun es dispersa. Por otra parte estudios in vivo con animales se han desarrollado para establecer los efectos anticancerígenos de los polifenoles, mediante aplicaciones tópicas, o bien con la administración de dietas enriquecidos con polifenoles y/o con alto contenido en estos compuestos, demostrando el efecto preventivo frente al cáncer de vejiga y pulmón [10].

En la industria vinícola, el contenido de polifenoles es considerado un parámetro de la calidad del vino, lo cual depende de las prácticas agrícolas y agroindustriales propiamente dichas. El viñedo Umaña Dajud localizado en el valle de Sáchica a pocos kilómetros del pueblo colonial de Villa de Leyva, ubicado a más de 2000 m.s.n.m, característica inusual en un viñedo, cuenta con 6 hectáreas de cultivos de uva de la cepa Cabernet Sauvignon con vides que en su mayoría provienen directamente de Francia. El fruto de uva Cabernet Sauvignon es la variedad con más demanda en la

¹ cdsegura2@misena.edu.co, Tecnólogo en formación, Química aplicada a la Industria, Centro de gestión Industrial SENA.

² posada0723@misena.edu.co, Tecnólogo en formación, Química aplicada a la Industria, Centro de gestión Industrial SENA.

³ caguerrero82@misena.edu.co, Tecnólogo en formación, Química aplicada a la Industria, Centro de gestión Industrial SENA.

⁴ jmojica06@misena.edu.co, BSc Química, Química aplicada a la Industria, Centro de gestión Industrial SENA.

⁵ whperez@unal.edu.co, perez.walter@ecci.edu.co, MSc Química. Instructor, Centro de gestión Industrial SENA. Docente investigador, Universidad ECCL.

vinicultura de vinos tintos, la cual se adapta óptimamente a diferentes condiciones edafoclimáticas [11] y se caracteriza por tener un hollejo grueso y semillas grandes en proporción a la pulpa. Los vinos elaborados con esta uva presentan altos niveles de compuestos bioactivos [12]. La cáscara y semillas de la uva son consideradas fuentes importantes de compuestos fenólicos, a los que se les atribuyen la propiedad astringente y antioxidante de las uvas y sus productos [12,13,14], de acuerdo a datos locales, Los desechos vinícolas de la producción de una vendimia de este viñedo compuesta de 1800 plantas (aproximadamente 2700 kg), son de aproximadamente 810 kg sin tener en cuenta la masa de raquis que corresponde a un 6% del peso total, los cuales en la industria Colombiana son desechados como residuos.

En el presente trabajo se realizó la caracterización fisicoquímica y fitoquímica (familia de los polifenoles), de los residuos de la fermentación (orujos) de la industria vinícola del valle de Sáchica (Boyacá – Colombia), viñedo Umaña Dajud, para evaluar el potencial nutraceutico de estos, con el fin de ser aprovechados en la producción de alimentos funcionales de consumo humano o animal.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Los residuos de uva se obtuvieron del viñedo Umaña Dajud ubicado en Sáchica (Boyacá – Colombia) los cuales pasaron por un proceso de fermentación alcohólica y maloláctica durante un periodo de 18 días a una temperatura de 20 -25°C, para posteriormente pasar por un proceso de filtración, con el fin de eliminar el mayor contenido de etanol presente en los residuos; Los residuos utilizados pertenecían a la vendimia de Diciembre 2014- Junio 2015. El proceso de fermentación del proceso agroindustrial además del estrujado de uva, contiene metabisulfito de sodio utilizado como conservante que aumenta los contenidos de sodio en el proceso, y para el trasiego del mosto en el proceso agroindustrial se utilizó clara de huevo. La unidad experimental consistió en 500 g de los residuos, y se obtuvieron 10 muestras, las muestras se almacenaron a -80 °C para su posterior análisis.

Caracterización fisicoquímica de los frutos

Los parámetros de caracterización fisicoquímica en los residuos constituyen un factor característico del tipo de uva, para verificar esto se hicieron medidas de pH por el método potenciométrico de acuerdo a la AOAC 981.12 [15]; Acidez total titulable (ATT) por titulación del jugo con hidróxido de sodio mediante mediciones potenciométricas de pH de acuerdo al método AOAC 942.15 [16] expresado en g/L de ácido tartárico; sólidos solubles totales (SST) por refractometría del fruto macerado en unidades de °Brix de acuerdo al método de AOAC 932.14 [17, 18]; ceniza por método gravimétrico de acuerdo a la AOAC [19]; humedad por método gravimétrico de acuerdo a la AOAC; el contenido

de nitrógeno se determinó por el método de microkjeldahl de acuerdo a [20], determinando el contenido de proteína multiplicando por el factor de 6.25.

Determinación de Compuestos fenólicos totales y familias de polifenoles en residuos de la industria vinícola

Aproximadamente 0.3 g de los residuos de la industria vinícola se utilizaron para el ensayo. Se realizó la extracción utilizando 10 mL de una solución de acetona agua en relación 1:1 para la determinación de fenoles totales y 10 mL de agua tipo I como solvente para las determinaciones de familias fenólicas. Se homogenizó por agitación en un agitador orbital durante 45 minutos a 30°C. La muestra se centrifugó a 4000 rpm durante 15 minutos y se recuperó el sobrenadante para realizar los análisis descritos a continuación.

Determinación de compuestos fenólicos: Los compuestos fenólicos se cuantificaron de acuerdo a la reacción que presentan con el reactivo de Folin-Ciocalteu (tungstosfato y molibdofosfato), el cual se reduce en solución alcalina, formando un producto de color azul que puede ser detectado a 760 nm. La determinación se hizo según [21]. Los datos fueron interpolados con la curva de calibración empleando como estándar de fenoles ácido gálico (Sigma-Aldrich). Los resultados se expresaron en µg de ácido gálico/g peso fresco de los residuos.

Contenido de Taninos: Los taninos se cuantifican como antocianógenos. Los Taninos condensados, en medio básico y en calor son transformados en antocianógenos, los cuales por continuación del calentamiento se descomponen en cianidinas que se detectan a 550 nm por espectrofotometría en el visible. El extracto acuoso se diluyó 1:10 con agua tipo I. A 1 mL del extracto diluido se le adicionó 0.5 mL de agua y 3 mL de ácido clorhídrico concentrado en tubos de ensayo con tapa. Este se calentó a 90°C durante 1 hora, se enfrió a temperatura ambiente protegido de la luz y se le adicionó 0.5 mL de etanol (A). Otro tubo con las mismas características sin el paso de calentamiento y protegido de la luz, se utilizó como blanco de procedimiento (B). La concentración de Taninos se calcula como $\text{taninos} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 19.33 * \frac{A_A - A_B}{5}$, teniendo en cuenta el coeficiente de extinción molar de la cianidina obtenida por hidrólisis ácida de taninos condensados [22,23].

Contenido de antocianos totales: A pH menor a 2 las antocianinas se encuentran en forma del estable ion flavilio, el cual presenta una coloración roja. La adición de bisulfito de sodio causa la decoloración de la muestra por reacción con el catión flavilio. La técnica se basa en la medición de la diferencia en absorbancias 520 nm en muestras ácidas sin y con bisulfito. A 0.5 mL del extracto acuosos se le adicionan 0.5 mL de etanol y 10 mL de HCl 2%. A 5 mL de esta solución se le adicionan 2 mL de HNaSO₃ al 16 % (A), que se compara contra otra muestra a la que se le adicionan 2 mL de agua en lugar del bisulfito (B). La concentración a de

antocianos se calcula a partir de la ecuación de Ribereau-Gayon y Stonestreet [24] la cual se basa en el coeficiente de extinción molar de malvidina-3-glucósido, $antocianos \left(\frac{mg}{L}\right) = 875 * (A_B - A_A)$.

Índice de polifenoles totales (IPT): La obtención del índice de polifenoles totales se da por la medida de la absorbancia del extracto acuoso diluido a 280 nm (UV), debido a la absorbancia característica del núcleo bencénico característico de los compuestos polifenólicos. El extracto acuoso se diluye 1:100 con agua tipo 1 y se realiza la medida de absorbancia a 280 nm en un espectrofotómetro Uv-vis con una celda de cuarzo. El índice se calcula como $IPT = A_{280} * 100$, y se realiza el cálculo respectivo para reportar el índice por gramo de material vegetal [25].

Índice de contenido de flavonoles: El contenido de flavonoles se estima por la medida de la absorbancia a 365nm. El extracto acuoso se diluye 1:100 con agua tipo 1 y se realiza la medida de absorbancia. El índice de flavonoles se calcula como $ICF = A_{365} * 100$ y se realiza el cálculo respectivo para reportar el índice por gramo de material vegetal [25].

Índice del contenido de ácidos hidroxicinámicos: El contenido de ácidos hidroxicinámicos se estima por la medida de la absorbancia a 320nm. El extracto acuoso se diluye 1:100 con agua tipo 1 y se realiza la medida de absorbancia. El índice de ácidos hidroxicinámicos se calcula como $ICAH = A_{320} * 100$ y se realiza el cálculo respectivo para reportar el índice por gramo de material vegetal [25].

Espectroscopía infrarroja: se realizó la toma de espectros en el infrarrojo con un espectrofotómetro IR compact – benchtop cary 630 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) sobre los residuos de la industria vinícola secos por liofilización [26, 27].

Determinación de minerales por Espectrofotometría de absorción atómica

Se determinó el contenido de macronutrientes (sodio, potasio, calcio, magnesio), micronutrientes (zinc, cobre, manganeso, hierro, molibdeno, boro) y algunos metales contaminantes (plomo, níquel, cadmio, cromo). La determinación se realizó de acuerdo a Fernández-Hernández y colaboradores 2010 [28]. Aproximadamente 4 gramos de residuos de la industria vinícola del valle de Sáchica, Boyacá, se sometieron a digestión seca por calcinación a 600 °C en mufla. Las cenizas obtenidas se sometieron a digestión húmeda con ácido nítrico concentrado. Se calentó a 90 grados durante 2 horas, se filtró y se diluyó a 100 mL. El análisis se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica de fuente continua de alta resolución ContrAA 700 (Analytik Jena, Jena, Alemania), se utilizó llama de aire/óxido nítrico para la cuantificación de calcio y molibdeno y llama de

aire/acetileno para la determinación de los metales restantes. Las curvas de calibración se realizaron con patrones certificados utilizando 6 puntos de calibración.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa XLSTAT. Se realizaron pruebas de hipótesis realizando test de t student ($p < 0.05$).

III. RESULTADOS

Los resultados de la medición de algunos parámetros fisicoquímicos de los orujos de la uva utilizada en el proceso se relacionan en la tabla 1. Se observan características fisicoquímicas usuales en frutas como la misma uva.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de residuos Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) después de un proceso de vinificación y filtración.

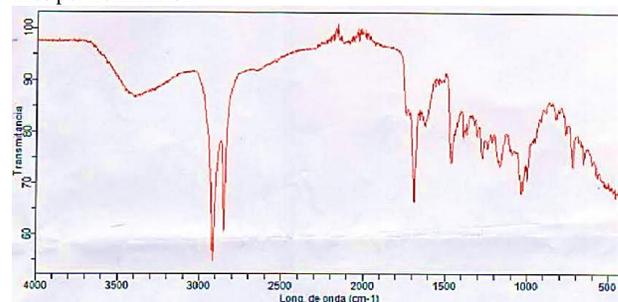
Parámetro	Resultado
Cenizas (%)	1.26 ± 0.07
Humedad (%)	80.14 ± 0.98
Acidez total titulable (g ácido tartárico/L)	3.31 ± 0.9
pH	3.56 ± 0.03
Contenido de nitrógeno (% proteínas)	1.11 ± 0.02
Sólidos solubles totales (°Brix)	6.6 ± 0.2

Los valores se representan como el promedio del parámetro en 10 réplicas biológicas y tres réplicas técnicas y entre paréntesis el error estándar de las réplicas.

Determinación de Compuestos fenólicos totales

El espectro infrarrojo de los residuos de la industria vinícola secados por liofilización y triturados, se observa en la figura 1. La presencia de compuestos polifenólicos se puede evidenciar en la zona de huella dactilar, como la banda en 1382 cm^{-1} característica de la deformación en el plano del enlace O-H de polifenoles, y la banda en 1250 cm^{-1} característica de los flavonoles, además la presencia de esta familia de compuestos de evidencia por bandas características de los ácidos gálico y tánico en 700, 1025, 1100 and 1625 cm^{-1} . Además se pueden observar bandas características de otros compuestos usuales en este tipo de tejidos como pectina, celulosa, hemicelulosa, azúcares entre otros [26,27].

Fig. 1. Espectro infrarrojo de residuos de la industria vinícola previamente secados por liofilización.



Para la determinación de fenoles se realizó la curva de calibración tomando como referencia el ácido gálico, dando como resultado la ecuación:

Absorbancia_{760nm} = 0.0089(μg de ácido gálico/mL) - 0.0002, que presenta un valor de $R^2 = 0.9994$, a partir de la cual se hace la comparación de las muestras problema. Los resultados se observan en la tabla 2. En la misma tabla se encuentran los resultados para familias de compuestos fenólicos los cuales evidencian la presencia de taninos, antocianinas, flavonoles y ácidos hidroxicinámicos en los residuos de la industria vinícola.

Tabla 2. Análisis de familias fenólicas en residuos Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) después de un proceso de vinificación y filtración

Compuestos fenólicos	Contenido en residuos de la industria vinícola
Fenoles (mg de ácido gálico/g)	12.3 ± 0.4
Taninos (μg/g)	3,1 ± 0,4
Antocianinas (mg/g)	0,56 ± 0,03
Índice de fenoles totales (IPT/g)	117 ± 3
Índice de ácidos hidroxicinámicos (IAH/g)	55 ± 2
Índice de contenido de flavonoles (ICF/g)	33 ± 1

Los valores se representan como el promedio del parámetro en 10 réplicas biológicas y tres réplicas técnicas y entre paréntesis el error estándar de las réplicas.

Tabla 3. Contenido de macronutrientes y micronutrientes en residuos de la industria vinícola.

Metal	curvas de calibración	R^2	Concentración en residuos de la industria vinícola mg metal/100g
Potasio	A= 0.2578 (mg K/L) + 0.0420	0.9962	500 ± 27
Sodio	A= 0.2939 (mg Na/L) - 0.0002	0.9985	17.6 ± 0.76
Calcio	A= 0.1008 (mg Ca/L) + 0.0175	0.9918	82.9 ± 6,4
Magnesio	A= 0.8110 (mg Mg/L) + 0.0203	0.9979	9.71 ± 0.62
Zinc	A= 0.1705 (mg Zn/L) + 0.0112	0.9918	0.90 ± 0.09
Manganeso	A= 0.0583 (mg Mn/L) + 0.0029	0.9977	1.12 ± 0.08
Cobre	A= 0.1005 (mg Cu/L) + 0.0072	0.9944	0.29 ± 0.03

Los valores se representan como el promedio del parámetro en cuatro réplicas biológicas y tres réplicas técnicas y entre paréntesis el error estándar de las réplicas

IV. DISCUSIÓN

Durante los procesos de fabricación del vino, se hace énfasis en poder extraer la mayor cantidad de compuestos polifenólicos al vino. El control en el pH, la temperatura de la fermentación, el grado alcohólico del vino, y la intensidad y duración de los procesos de maceración, son las etapas de la vinificación que se adecuan para lograr el objetivo de la extracción de estos compuestos bioactivos, los cuales tienen gran influencia en el color del vino, así como de sus propiedades organolépticas y las características que hacen a cada vino tan particular [29, 30]. Sin embargo, los residuos de la industria vinícola continúan teniendo un importante valor

Determinación de minerales por Espectrofotometría de absorción atómica

Los resultados se pueden observar en la tabla 3, se obtiene que el mineral encontrado en mayor proporción es el potasio, seguido del calcio. El contenido de sodio se ve aumentado por el mismo proceso agroindustrial que utiliza una sal de sodio como conservante y no tanto por el contenido en la fruta. De los micronutrientes más importantes no se encontraron cantidades cuantificables de hierro, molibdeno y boro.

Se midieron también los contenidos de elementos contaminantes que podrían provenir de la maquinaria utilizada en el proceso agroindustrial o de la contaminación ambiental. En el análisis realizado se encuentra que el contenido de estos contaminantes está debajo del límite de detección de la técnica.

desde sus características funcionales, que pueden ser aprovechadas en la elaboración de otros tipos de productos.

Los parámetros fisicoquímicos analizados en hollejos y semillas se encuentran por debajo de lo reportado para la fruta entera. González-Fernández y colaboradores [31] reportan contenidos más altos de sólidos solubles (SST) (21 °Brix en promedio), pH (3.2 unidades en promedio) y acidez titulable (11.69 g/L en promedio) en uvas de las cepas Cabernet, Merlot y Tempranillo, comparados con los encontrados en los residuos de uva analizados. El cambio más relevante es la disminución en el contenido de SST, que pasa de aproximadamente 21 °Brix en [31, 32 y 33] a 6.6 °Brix en este estudio, lo cual tiene sentido en cuanto a que el mayor contenido de azúcares y demás sólidos solubles se encuentran

en la pulpa y son los que se fermentan a alcohol etílico en el proceso de vinificación. Parámetros como el pH son similares en otros estudios para la fruta comparados con lo encontrado en este estudio. Pajovic y colaboradores [32], reportan un pH de 3.5 y Romero [33], reporta un valor de pH 3.6, mientras que los residuos analizados tienen un pH de 3.56 unidades. En cuanto a la acidez titulable, se ha reportado para uvas de la cepa cabernet 11.69 g/L [31], 6.0 g/L [32], y 3.7 g/L [33], resultados muy variables, 3 y 2 veces más altos para las primeras dos referencias comparados contra lo encontrado en los residuos en este estudio, aunque similar de acuerdo a lo encontrado en [33]. En este sentido es claro que estas características se están transfiriendo al vino durante el proceso de vinificación, pero también sugieren que los residuos de la vinificación poseen aún características fisicoquímicas interesantes que pueden ser aprovechadas.

Los espectros en el Infrarrojo han sido utilizados para determinar características funcionales en alimentos como frutas [26] y vinos [27]. Los espectros infrarrojos analizados evidencian la presencia de funciones orgánicas características de la familia de los polifenoles, además de otros compuestos característicos de las paredes celulares de cáscaras de frutas como el ácido poligalacturónico (compuesto que hace parte de la fibra dietaria soluble), enlaces α y β -glicosídicos característicos de azúcares [26, 27]. Por otro lado, de acuerdo al análisis cuantitativo y semicuantitativo realizado, se encuentra que los residuos analizados poseen cantidades apreciables de compuestos fenólicos flavonoideos como antocianinas, flavonoles y taninos, y no flavonoideos como los ácidos hidroxicinámicos. De acuerdo a Sousa y colaboradores [34], harina de orujos de uva presentan un contenido de antocianinas de 1.31 mg/g, mientras que para la fruta se reporta 1.06mg/g [32], lo cual representa el doble de lo encontrado en los residuos analizados, que a pesar de pasar por el proceso de vinificación donde los compuestos bioactivos se transfieren a la bebida alcohólica, sigue siendo una cantidad acorde con el de una fruta promedio [34]. Comparados contra datos reportados en fruta, los contenidos de fenoles totales son mayores, Pajovic y colaboradores [32], reportan para uvas de la cepa Cabernet, contenidos de aproximadamente 3.0 mg/g, lo cual se explica teniendo en cuenta que el contenido de fenoles es mayor en los residuos debido a que la pulpa en sí posee contenidos mínimos de los compuestos polifenólicos. Por otro lado, Berradre y colaboradores [35] reportan contenidos de fenoles totales similares a los encontrados en este estudio, en semillas de uva de las variedades Tempranillo y Malvasia, y Romero y colaboradores [35] reportaron un IPT para la cepa cabernet Sauvignon de 84.7, menor comparado contra el IPT de 117 encontrado en los residuos analizados. Aunque se reporta que la transferencia de polifenoles a los vinos es cercana al 80 % en el proceso industrial, se puede observar con los resultados obtenidos y la comparación con datos reportados que el contenido de estos compuestos bioactivos en los residuos sigue siendo considerable

Por otro lado, el contenido de minerales en vinos se ha estudiado ampliamente debido a que el contenido de estos tiene influencia en las características organolépticas, higiénicas, dietéticas y por supuesto toxicológicas [36]. Este contenido de minerales dependerá de la región de cultivo de las vides, de las prácticas agroindustriales y hará característico al vino [37]. Los residuos fueron incinerados y las cenizas digeridas para hacer análisis del contenido de minerales, encontrando contenidos apreciables de macro y micronutrientes. Sagdic y colaboradores [38], reportan altos contenidos de minerales como potasio, calcio, magnesio y sodio, en orujos de uva para vinificación de Turquía, los cuales se comparan con los residuos analizados, y además concluyen que de acuerdo a las características encontradas, estos orujos se pueden considerar como alimentos funcionales con altos valores biológicos. Respecto a los vinos, se reporta que estos contienen cantidades de minerales comparables con las que quedan aún en los residuos con excepción de hierro que en este estudio no fue detectado [36, 37], sin embargo de acuerdo a lo obtenido, los residuos analizados, pueden ser considerados una buena fuente de minerales.

V. CONCLUSIONES

Los residuos de la industria vinícola son una fuente prometedora para la obtención de fitoquímicos con propiedades antioxidantes para el enriquecimiento de productos con el fin de aportar nutrientes esenciales para el buen funcionamiento de nuestras actividades metabólicas, además que compuestos bioactivos tienen un efecto a mediano y largo plazo en la prevención de enfermedades coronarias, por lo cual se pueden considerar como materia prima para la elaboración de otro tipo de productos de consumo humano y animal.

AGRADECIMIENTOS

Al viñedo Umaña Dajud por su amable y valiosa colaboración y por facilitarnos los residuos de su industria

Al Centro de gestión industrial del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y al semillero de investigación en Química de residuos agroindustriales y alimentos QuiRAI y el grupo de investigación en procesos industriales.

A La Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI).

REFERENCIAS

- [1] Foster B.C., Arnason J.T., Briggs C.J. 2005. Natural health products and drug disposition. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 45:203-226
- [2] Jones P.J. 2002. Clinical nutrition: 7. Functional foods more than just nutrition. *Canadian Medical Association Journal*, 166 (12):1555-1563.
- [3] Roberfroid M.B. 1999. Concepts in Functional foods: the case of inulin and oligofructose. *Journal of Nutrition*, 129 (7 Suppl): 1398S-1401S.
- [4] Cano, M.P., Sánchez-Moreno, C., Pascual-Teresa, S., & Ancos, B. (2005). Procesado mínimo y valor nutricional. En G.A. González-Aguilar, A.A. Gardea, & F. CuameaNavarro (Eds.), *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*.

- Editorial: CIAD, CYTED CONACYT. México: Logiprint Digital S. de R.L. de C.V
- [5] Borowska, J. (2003). Fruits and vegetables as source of natural antioxidants. *Przemysł Fermentacyjny i OwocowoWarzywny*, 1, 11–12.
- [6] Gallego, J.F. 2011 *Servicios de vinos*. Ediciones paraninto S.A. España. ISBN:97-84-283-3290-3.
- [7] A. Porras, A. Lopez, Importancia de los grupos fenolicos en los alimentos, universidad de las Americas puebla, temas selectos de ingenieria quimica 3-1 (2009) pag 121-134
- [8] Ross, J y Kassum, C.M. 2002. Dietary Flavonoids: bioavailability, metabolic effects and safety Annual review of nutrition. 22: 19-34.
- [9] DE gustar el vino : el sabor del vino explicación ISBN_950-24-1116-6 BUENOS AIRES
- [10] M. Antonio. P. Parra. A. Jimenez. A.Vera. Polifenoles y flavonoides: su importancia en la prevencion de enfermedades. Universita degli di Arcona (Italy) Nuevos alimentos para nuevas necesidades. 2000. Pág 121-134
- [11] Kong J M, L S Chiam, N K Goh, T F Chia, C Brouillard (2003) Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 64:923-933.
- [12] Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40, 255–260.
- [13] Jiang F. Y Dusting, G.J. 2003. Natural phenolic compounds as cardiovascular therapeutics: potential role of their anti-inflammatory effects *Current Vascular Pharmacology* : 1(22): 135-156
- [14] Galati, G. y O'Brien, p. j. 2004 Potencial toxicity of flavonoids and other dietary phenolics: significance for their chemopreventive and anticancer properties, *Free radical biology & medicine* 37(3): 287-303.
- [15] AOAC Official Method 981.12. 2005. pH of acidified foods. Official Method of Analysis of AOAC International, ed 18, cap 37.
- [16] AOAC Official Method 942.15. 2005. Acidity (Titrable) of fruit products. Official Method of Analysis of AOAC International, ed 18, cap 37: 10.
- [17] Orjuela, N.M.; Moreno, L.; Hernández, M.S.; Melgarejo, L.M. 2011. Caracterización fisicoquímica de frutos de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) bajo condiciones de almacenamiento. Capítulo 3 en *Poscosecha de la Gulupa* Sims. Editoras: Luz Marina Melgarejo y María Soledad Hernández. Universidad Nacional de Colombia.
- [18] AOAC Official Method 932.12. 2005. Solids (soluble) in fruit, and fruit products. Official Method of Analysis of AOAC International, ed 18, cap 37.
- [19] AOAC official Method 923.03 2005. Total ashes Food Samples, Official Methods of Analysis 18th edition cap 32, pág. 2.
- [20] Magomya, A.M. Kubmarawa, D. Ndahi, J.A Yebpella, G.G. 2014. Determination Of Plant Proteins Via The Kjeldahl Method And Amino Acid Analysis: A Comparative Study. *International Journal Of Scientific & Technology Research*. 3 (4), 68-72.
- [21] Ainsworth, E.A., Gillespie, K. M. 2007. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using folin-Ciocalteu reagent. *Nature Protocol*, Vol. 2, pp 875-877.
- [22] Ribéreau-Gayon, P. & Stonestreet, E., 1966. Dosage des tannins dans le vin rouge et détermination de leur structure. *Chim. Anal.* 48, 188-196.
- [23] Lan, Y.Y. Tao, Y.S. Tian, T. Z. Hu, Y. Peng. C. T. 2014. The Effect of Pre-fermentative Freezing Treatment on the Sensory Quality of 'Meili' Rosé Wine. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 35, No. 2, 257-263.
- [24] Ribéreau-Gayon, P., Stonestreet, E., (1965). Le dosage des anthocyanes dans le vins rouge. *Bull. Soc.Chim.* 9: 2649-2652.
- [25] Andrés-Lacueva, C. Lamuela-Raventós, R.M. Buxaderas, S. de la Torre-Boronat, M.C. 1997. Influence of Variety and Aging on Foaming Properties of Cava (Sparkling Wine). 2. *J. Agric. Food Chem.* 45, 2520–2525.
- [26] Szymanska-Chargot, M. Chylinska, M. Kruk, B. Zdunek, A. 2015. Combining FT-IR spectroscopy and multivariate analysis for qualitative and quantitative analysis of the cell wall composition changes during apples development. *Carbohydrate Polymers*, Volume 115, (22) 93-103
- [27] Agatonovic-Kustrin, S. Morton, D.W. Yusof, A. 2013. The Use of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy and Artificial Neural Networks (ANNs) to Assess Wine Quality. *Modern Chemistry & Applications* 1: 110. doi:10.4172/2329-6798.1000110.
- [28] Fernandez-Hernandez, A. Mateos, R. Garcia-Mesa, J. A., Beltran, G. Fernandez-Escobar, R. 2010. Determination of mineral elements in fresh olive fruits by flame atomic spectrometry. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(4), 1183-1190.
- [29] Poiană, M.A. Moigrădean, D. Gergen, I. Hărmănescu, M. 2007. The establishing the quality of red wines on the basis of chromatic characteristics. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 13, (1), 199-208.
- [30] Gomes-Cordoves, C., Gonzales-San Jose, M.L., Junquera, B., Estrella, I. (1995). Correlations between flavonoids and color in red wines aged in wood. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46(3), 295.
- [31] González-Fernández, A.B. Marcelo, V. Valenciano, J.B. Rodríguez-Pérez, J.R. 2012. Relationship between physical and chemical parameters for four commercial grape varieties from the Bierzo region (Spain). *Scientia Horticulturae*, Volume 147, 12, 111-117.
- [32] Pajovic, R. Raicevic, D. Popovic, T. Sivilotti, P. Lisjak, K. Vanzo, A. 2014. Polyphenolic Characterisation of Vranac, Kratosija and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L. cv.) Grapes and Wines from Different Vineyard Locations in Montenegro. *South African Journal For Enology And Viticulture*. 35 (1), 139-148.
- [33] Romero Cascales, I. 2008. Extracción de compuestos fenólicos de la uva al vino. Papel de los enzimas de maceración. Tesis doctoral, Universidad de Murcia, España.
- [34] Sousa, E. Uchôa-Thomaz, A. Carioca, J.O. Morais, S.M. Lima, A. Martins, C.G. Alexandrino, C.D. Ferreira, P.A. Rodrigues, A.L. Rodrigues, S.P. Silva, J.N. Rodrigues, L.L. 2014. Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. *Food Sci. Technol, Campinas*, 34(1): 135-142.
- [35] Berradre, M. González, C. Sulbarán, B. Fernández, V. 2013. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de extractos de semilla de uva (*Vitis vinifera*) variedad Malvasia y Tempranillo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2013, 30: 619-631.
- [36] Jos, A. Moreno, I. González, A.G. Repetto, G. Cameán, A.M. 2004. Differentiation of sparkling wines (cava and champagne) according to their mineral content, *Talanta*, 63 (2), 377-382.
- [37] Şen, I. 2014. Characterization and classification of wines from grape varieties grown in turkey. Tesis doctoral, School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, İzmir, Turquía.
- [38] Sagdic, O. Ozturk, I. Yetim, H. Kayacier, A. Dogan, M. 2014. Mineral contents and nutritive values of the pomaces of commercial Turkish grape (*Vitis vinifera* L.) varieties. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. &, (1), 89 – 93.