

Análisis proximal y determinación de propiedades funcionales de tres variedades de orujo de uva tinta (*Vitis vinifera*) del sureste de Coahuila

Proximate analysis and functional properties of three grape marc red varieties (*Vitis vinifera*) from the southeast of Coahuila



Harina de orujo de uva de las variedades Pinot Noir, Merlot y uva blanca (sin identificar). En este trabajo se usa el término orujo para la fracción sólida de la uva, sinónimo de hollejo.

Ramses Misael Reyes-Reyna^{a,c}, Alejandra Isabel Vargas-Segura^b,
Adriana Carolina Flores-Gallegos^c, Elda Patricia Segura-Ceniceros^a

^aGrupo de Nanobiociencia, Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. Venustiano Carranza S/N, República Oriente,
C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México.

^bGrupo de Prostodoncia Avanzada, Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Odontología, Dra. Cuquita Cepeda de Dávila, Adolfo López Mateos,
C.P. 25125, Saltillo, Coahuila, México.

^cDepartamento de Investigación en Alimentos, Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. Venustiano Carranza S/N, República Oriente,
C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México.

*Correspondencia para autor: Elda Patricia Segura Ceniceros
Universidad Autónoma de Coahuila
Correo electrónico: psegura@uadec.edu.mx

Resumen

México cuenta con una importante producción de vino, entre los principales estados productores destaca Coahuila; actualmente, en dicho estado, se produce una amplia gama de variedades de uva para vinificación (*Vitis vinifera*), con un coeficiente de extracción del 82%, mismo que genera grandes cantidades de subproductos, siendo el orujo de uva (parte sólida de la uva) el mayoritario, actualmente es utilizado en la producción de aguardientes destilados y extracción de etanol, sin embargo puede ser utilizado como fuente de fibra natural. Los efectos benéficos de la fibra dependen directamente de sus propiedades funcionales. El objetivo del presente trabajo fue la caracterización fisicoquímica de las variedades tintas de orujo de uva Merlot, Pinot Noir y Shyrax, evaluando capacidad de hinchamiento, retención de agua y aceite, capacidad de intercambio catiónico de iones H^+ , contenido de lípidos, fibra y ceniza; así como pH, acidez titulable y humedad. Los resultados revelaron diferencias en la composición proximal, principalmente entre el contenido de lípidos, ceniza y fibra, con respecto a las propiedades funcionales las variedades tintas presentaron mejores resultados en cuanto a capacidad de retención de agua, aceite e hinchamiento. Lo anterior permite concluir que las variedades tintas de orujo de uva pueden ser incorporadas como aditivo en alimentos funcionales.

Palabras clave: *Vitis vinifera*, orujo de uva, fibra, propiedades funcionales, análisis proximal

Abstract

México processes a significant amount of grape for winemaking, between the main wine producing states highlights Coahuila. This state produces a wide range of grape varieties for winemaking (*Vitis vinifera*), with an extraction coefficient of 82% that generates large quantities of by products, mainly the grape marc, it is currently used in the production of distilled spirits and ethanol extraction, moreover it can be used as a fiber source. Beneficial effects of fiber are directly dependent on its functional properties. The aim of the present work was the physicochemical characterization of the red grape pomace varieties Merlot, Pinot Noir and Shyrax, evaluating swelling capacity, water and oil retention, cation exchange capacity of H^+ ions, content of lipids, fiber and ash. ; as well as pH, titratable acidity and moisture. Results on this study revealed differences in the proximal composition, mainly between the content of lipids, ash and fiber. Regarding the functional properties, red varieties show better results in terms of water and oil retention capacity as well as swelling capacity. Based on results, it is concluded that red grape pomace varieties can be incorporated as an additive in functional foods.

Key words *Vitis vinifera*, grape marc, fiber, functional properties, proximate analysis

Introducción

México cultiva alrededor de 80 variedades de uva entre uvas blancas y tintas, dependiendo de la región productora. Al menos el 50% de la producción se destina a la vinificación, en 2013 se registraron un total de 179.510 miles hectolitros (thL) y en 2014 un total de 185 thL según la Organización Internacional del Vino (OIV). Los principales estados productores de vino en México son: los estados de Coahuila, Baja California, Zacatecas y Querétaro (Figura 1), que producen vino tinto, blanco e incluso rosado (International Organization of Vine and Wine, 2017; Mundo, E. L., & Cada, 2018; Organización Internacional del Vino, 2018).

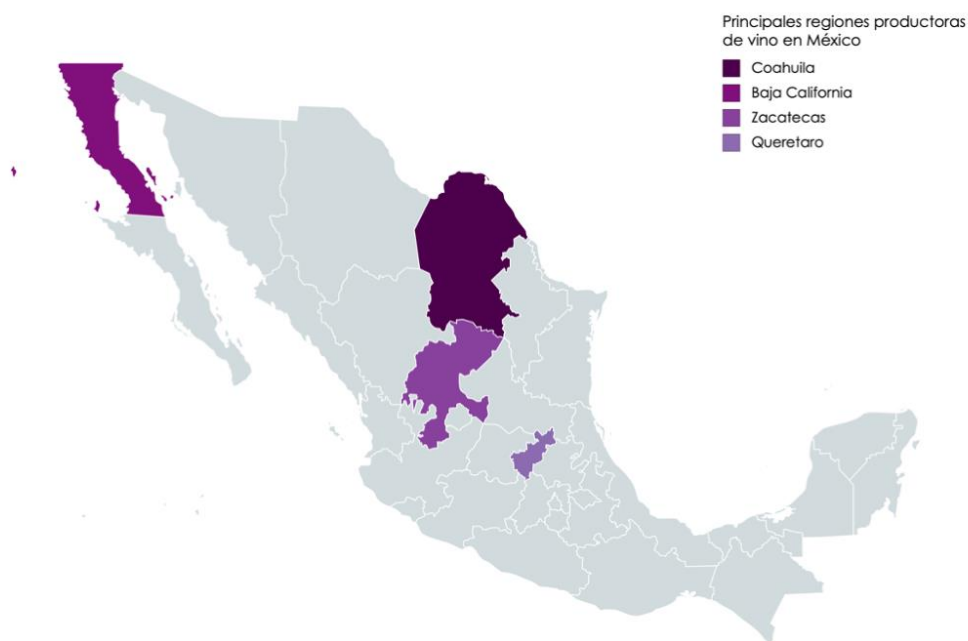


Figura 1. Principales regiones productoras de vino en México.

El estado de Coahuila es considerado como una de las primeras zonas vitivinícolas de América, produce variedades de vino tinto como Shiraz, Merlot, Pinot Noir, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Tempranillo, Zinfandel, Nebbiolo, Tannat, Malbec y Ruby Cabernet y variedades de vino blanco como Chardonnay, Sauvignon Blanc, Chenin Blanc, Moscatel de Alejandría y Semillón. La combinación de elementos edafoclimáticos, como suelos, clima, altitud y fuentes de agua, es muy diferente en las diferentes regiones de Coahuila, lo que hace posible la producción de una amplia gama de variedades de vino; en el sureste, donde se ubican las ciudades de Parras de la Fuente, Arteaga, General Cepeda y Saltillo, el clima va de cálido a semiseco-templado, con elevaciones que van de los 1600 a los 2100 metros sobre el nivel del mar. El clima y la orografía de esta zona sugieren un lugar perfecto para el desarrollo de *Vitis vinifera*. En 2017 el estado de Coahuila obtuvo alrededor de 36.000 litros, con una extracción del 82%. Hoy en día existen en el estado más de 20 enólogos, que producen principalmente variedades tintas como Cabernet Sauvignon, Merlot, Shiraz

y Pinot Noir. (Mora y col., 2017). La vinificación a nivel mundial genera importantes cantidades de residuos, una mínima parte se composta y el resto es un problema de gestión, ecológica y económicamente (Fontana y Antonioli, 2013).

Materiales y Métodos

Procesamiento de muestras de orujo de uva.

Se obtuvieron muestras frescas de las variedades de orujo de uva Merlot y Syrah de las industrias vitivinícolas locales “Viñedos Don Leo” ubicadas en Parras, Coahuila. La variedad Pinot Noir fue recolectada de las “Bodegas del Viento” ubicadas en la zona cordillerana de Arteaga, Coahuila. Además, se recogió una variedad blanca de una bodega local y se utilizó como control para los ensayos. Cada muestra de orujo de uva se secó al sol durante 48 horas. Posteriormente, el producto secado se trituró en un molino de corte (Retsch SM 100) y se tamizó en un agitador de tamices (Rotap Wstyler RX-29). Se recogió un tamaño de partícula de 106 a 355 μm y se almacenó en bolsas de plástico hasta el análisis.

Análisis proximal.

Los lípidos, cenizas, fibra, pH y proteínas se midieron de acuerdo con los métodos oficiales de análisis de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales de Estados Unidos de América (940.26, 991.36, 992.16, 2001.11, 981.12 - Métodos AOAC) (AOAC, 2000).

La acidez y la humedad se midieron de acuerdo con las regulaciones mexicanas. La acidez se determinó por titulación, agregando NaOH 0.1 N hasta alcanzar un pH de 8.3, los resultados se expresaron en g de ácido cítrico / 100g (NMX-F.102-S-1978, 1978). La humedad se cuantificó mediante un analizador de humedad OHAUS MB23 (NMX-F-428-1982, 1982). Para las abreviaturas utilizadas para las capacidades de retención de agua y aceite y para la capacidad de hinchamiento e intercambio catiónico se utilizaron las siglas de las correspondientes expresiones en inglés

Propiedades funcionales

Capacidad de retención de agua (WHC) y capacidad de retención de aceite (OHC)

La WHC y la OHC se midieron según el método descrito por Vázquez y col. (2009). En un vórtice, se agitó 1 g de muestra seca mezclada con 10 mL de agua destilada o aceite de maíz durante 1 minuto. Luego, la suspensión se centrifugó durante 30 minutos a 2200 g. El volumen de sobrenadante se midió y expresó como g de agua retenida por g de muestra y g de aceite retenida por g de fibra, respectivamente.

Capacidad de hinchamiento (SC)

La SC se estimó según el método descrito por Arroyo y col. (2008), se pesaron 0.2 g de muestra y se colocaron en un tubo graduado, se midió el volumen ocupado y se agregaron y mezclaron 5 mL de agua destilada. Después del equilibrio (24 h) se midió el volumen de la muestra y se expresó como mL de agua / g de muestra.

Capacidad de intercambio catiónico (CEC)

La CEC se calculó tratando 0.5 g de muestra con un exceso de HCl 2 N (25 ml) y se incubó en un agitador a 25 ° C y 150 RPM durante 24 horas. Luego se centrifugó a 2000 RPM durante 5 minutos. El residuo se lavó con NaCl al 15% y se centrifugó a 2000 rpm durante 5 minutos. El residuo final se valoró con NaOH 0.1 N y los resultados se expresaron como MeqH⁺ / g (McConnell, 1974).

Resultados y Discusión

Análisis proximal

Como se muestra en la **Tabla 1**, hay diferencias significativas entre las variedades de orujo de uva tinta y blanca. En el caso de las variedades tintas, los resultados promedio fueron mayores para lípidos, fibra, pH, acidez y humedad. Para la variedad blanca analizada el contenido en cenizas y proteínas fue mayor en comparación con el promedio de las variedades tintas.

Los resultados en comparación con la literatura fueron completamente diferentes, Endale (2017) reporta para harina de variedades de orujo de uva roja y blanca valores más altos que los reportados en este estudio para contenido de proteína de 13.30 ± 1.2 y 10.14 ± 0.7 respectivamente y un contenido de fibra de 44.17 ± 0.7 para el orujo de uva tinta y 43.86 ± 0.3 para el orujo de uva blanca. Endale (2017) también informa para los lípidos (7.16 ± 1.0 para las variedades tintas y 6.33 ± 0.5 para las variedades blancas) ceniza (4.20 ± 0.4 para las variedades tintas y 4.59 ± 0.1 para las variedades blancas) y contenido de humedad (3.33 ± 0.5 para las variedades tintas y 3.25 ± 0.8 para las variedades blancas) valores más bajos en comparación con los resultados del presente estudio (**Tabla 1**). En un estudio de un concentrado de orujo de uva de una variedad tinta (Cencibal) Brenes y col. (2008) demostraron valores más bajos para lípidos (0.987 ± 0.017) y cenizas (2.41 ± 0.03) y valores más altos para fibra (15.18 ± 0.072) y contenido de proteínas (13.85 ± 0.12). González y col. (2010) en un estudio entre 6 variedades de orujo de uva fresca tintas y 4 blancas (**Tabla 2**) reporta mayor contenido de humedad, fibra y proteína para las variedades tintas y blancas y menores valores de contenido de lípidos y cenizas en comparación con la presente investigación. El estudio realizado por Sousa y col. (2014) para harina de orujo de uva roja sin fermentar (variedad Benitaka) revela valores más bajos de humedad (3.33 ± 0.04) y cenizas (4.65 ± 0.05), valores más altos para proteína (8.49 ± 0.02), fibra (46.17 ± 0.8) y acidez (0.64 ± 0.0004), y valores similares para pH (3.82 ± 0.01). Existen diferencias significativas entre los valores obtenidos en el presente trabajo y los reportados en la literatura, puede deberse principalmente a las variedades de uva, el tiempo de fermentación, el análisis de muestras frescas y sin fermentar, y las diferentes condiciones experimentales de los ensayos. Asimismo, algunos factores edafoclimáticos como el suelo, el clima, la orografía y la fertilización, además de factores como el pretratamiento de las muestras y las condiciones de almacenamiento pueden influir en la composición del orujo de uva, ninguna variedad tendrá las mismas características de otra. En el presente trabajo se analizan variedades de orujo de uva fermentado y secado, puesto que se pretende aprovechar un residuo de la industria vinícola regional.

Tabla 1. Análisis aproximado de diferentes variedades de orujos de uva
(g / 100 g de materia seca).

	Uva Blanca	Merlot	Pinot	Syrah
Lípidos	7.70 ± 0.2	11.44 ± 0.5	10.73 ± 1.8	11.18 ± 0.2
Ceniza	8.04 ± 0.08	9.24 ± 0.47	8.86 ± 0.02	5.12 ± 0.27
Fibra	5.32 ± 1.4	13.10 ± 0.4	6.87 ± 0.4	9.18 ± 1.3
pH	3.6	3.9	4.0 ± 0.009	3.7 ± 0.004
Proteína	1.24 ± 0.3	0.67 ± 0.1	0.57	1.71
Acidez	0.0600 ± 0.0009	0.0600 ± 0.0003	0.075 ± 0.001	0.057 ± 0.001
Humedad	5.5 ± 0.1	7.3 ± 0.1	7.3 ± 0.1	5.5 ± 0.1

Tabla 2. Composición química de las variedades tintas y blancas
(g / 100 g de peso fresco).

	Uvas Tintas	Uva Blanca
Humedad	57.7 ± 0.5	67.1 ± 0.4
Fibra	35.1 ± 1.2	23.9 ± 1.0
Lípidos	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.1
Proteína	3.2 ± 0.2	3.1 ± 0.3
Ceniza	2.3 ± 0.2	1.9 ± 0.2

Propiedades funcionales

Capacidad de retención de agua (WHC) y capacidad de retención de aceite (OHC)

El ensayo WHC mide la cantidad de agua que permanece unida a la fibra después de la centrifugación (Raghavendra y col. 2006). En el presente WHC los valores presentados fueron mayores para la variedad blanca de 2.333 ± 0.09 g H₂O / g de orujo de uva, para las variedades tintas los valores variaron de 1.733 ± 0.09 a 2.267 ± 0.09 g H₂O / g de orujo de uva (**Tabla 3**). Valores altos para WHC se relacionan con la capacidad de la fibra en las funciones fisiológicas como el control del nivel de glucosa en sangre y la función intestinal (Vázquez Ovando, Rosado Rubio, Chel Guerrero, & Betancur Ancona, 2009). A pesar de los valores obtenidos para las diferentes variedades, el análisis estadístico no reveló una diferencia significativa entre las variedades tintas y blancas. Los valores de este estudio fueron inferiores a los reportados por González y col. (2010) en un estudio de orujos frescos de variedades tintas y blancas con valores de 3.8 a 9.0 g H₂O / g de orujo, pero superiores a los reportados por Sánchez y col. (2008) de 1.82 ± 0.03 g de agua / g de materia seca.

El ensayo OHC evalúa la capacidad de la fibra para retener aceite después de la centrifugación. A pesar de que el mayor valor de OHC fue de la variedad roja Merlot (**Tabla 3**) no se encontraron diferencias significativas para los valores promedio de OHC entre las variedades roja y blanca. En el presente estudio se encontraron valores superiores a los reportados por Sánchez y col. (2008) de 1.42 ± 0.01 g de aceite / g de materia seca. Raghavendra y col. (2006) menciona que la OHC aumenta a medida que disminuye el tamaño de las partículas, este efecto se debe al aumento del volumen total de poros y área superficial. Otros autores presentaron valores superiores de 3.8 a 5.1 g de aceite / g de orujo de uva para las variedades tintas y blancas (González y col. 2010).

Capacidad de hinchamiento (SC)

La SC determina la capacidad de la fibra de hincharse después de un equilibrio en un exceso de agua. En el presente estudio no hubo diferencia significativa entre los promedios para las variedades tintas y blancas (**Tabla 3**) así como en el estudio realizado por González y col. (2010), además la SC depende de la porosidad y cristalinidad de la fibra. Las diferencias observadas con respecto a la literatura pueden deberse a las condiciones de humedad de la muestra y al contenido de fibra medido, González y col. (2010) reporta en materia fresca valores más altos de fibra total, en comparación con la presente investigación. Para llevar a cabo la fermentación alcohólica, en ocasiones se agregan al mosto levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* (Mendoza y col. 2018). Algunos autores determinan que las levaduras vivas y el tiempo de fermentación potencian la degradación de la fibra en otras fuentes de fibra (Chaucheyras y col., 2016; Guedes y col., 2008; Rodríguez y col., 2017). La adición de *S. cerevisiae* al mosto y el tiempo de fermentación de las uvas puede ser un factor que contribuya a los valores más bajos del contenido total de fibra en la presente investigación.

El tamaño de partícula de la fibra es otro factor importante relacionado con las propiedades funcionales como WHC, OHC y capacidad de hinchamiento; Raghavendra y col. (2006) en un estudio de residuos de coco como fuente de fibra menciona que la disminución en el tamaño de partícula resultó en un aumento en las propiedades funcionales, mejores resultados fueron en tamaño de partícula de 550 μm , tamaños de partícula más bajos disminuye la capacidad de la fibra, lo que puede deberse a que la fibra se daña durante la molienda, las partículas más pequeñas tendrán una densidad de empaquetamiento más alta. En el presente trabajo, el orujo de uva fue molido y tamizado hasta un tamaño de partícula de 106 a 355 μm menor que el reportado como mejor por Raghavendra y col. (2006).

Capacidad de intercambio catiónico (CEC)

Los valores de CEC obtenidos no mostraron diferencia significativa entre los promedios de orujo de uva blanca y roja, los resultados individuales demuestran que el valor más bajo y más alto de CEC se presentó en las variedades tintas (**Tabla 4**). Los resultados de la presente investigación fueron superiores a los presentados por McConnell y col. (1974) para diferentes fuentes de fibra vegetal como lechuga (3.1 meqH⁺ / g), repollo, zanahoria, naranja y nabo (2.4 meqH⁺ / g). Las fibras de alta CEC pueden desintegrar y desestabilizar la emulsión de lípidos, mediante la formación de fibras / micelas complejas que actúan como barreras para la absorción de lípidos y

colesterol, lo que resulta en una reducción del colesterol en sangre (Chau y Cheung, 1998; Furda, 1990).

Tabla 3. *Propiedades funcionales de diferentes variedades de orujo de uva.*

	Retención de Agua (g H₂O/g)	Retención de Aceite (g Oil/g)	Hinchamiento (mL H₂O/g)
Uva Blanca	2.30 ± 0.09	2.00 ± 0.20	1.30 ± 0.40
Merlot	1.80 ± 0.10	2.40 ± 0.20	0.50 ± 0.05
Pinot Noir	2.30 ± 0.09	1.80 ± 0.06	2.00 ± 0.05
Syrah	1.70 ± 0.09	2.10 ± 0.10	1.00 ± 0.09

Tabla 4. *Capacidad de intercambio catiónico de diferentes variedades de orujo de uva (meqH⁺ / g)*

	Capacidad de Intercambio Catiónico
Uva Blanca	6.2 ± 0.2
Merlot	12.6 ± 0.2
Pinot	3.6 ± 0.4
Syrah	6.4 ± 0.4

Conclusiones

Los resultados del presente estudio demuestran diferencias significativas entre la literatura reportada para el análisis proximal de variedades de orujo de uva, la mayor parte de esta diferencia puede deberse a condiciones edafoclimáticas y principalmente a la variedad de orujo de uva. Mantener una homogeneidad entre las características proximales de las variedades de orujo de uva estudiadas no es posible, estas dependen de las condiciones climáticas del terruño, tiempo de maduración, cantidad de azúcares y el tipo de vino que se desee realizar, mayores tiempos de fermentación contribuirán a una degradación de la fibra; incluso pueden observarse variaciones en la misma variedad de uva entre diferentes añadas.

Sin embargo, el presente estudio demuestra que las variedades de orujo de uva tinta tienen mejores propiedades funcionales en comparación con la variedad blanca, al tener valores altos en su capacidad de intercambio catiónico, puede ser un ingrediente que ayude a la reducción de colesterol en sangre, así como la absorción de líquidos. El contenido de fibra y las propiedades mencionadas hacen posible la incorporación del orujo de uva como aditivo en la industria alimentaria y en los alimentos funcionales.

Referencias

AOAC - Association of Official Analytical Chemists Inc. (2000). *Official Methods of Analysis, 17th edition Association of Official Analytical Chemists* (17th ed.). Arlington, Virginia, USA.

Arroyo, Y., Carrasco, M., Bueno, A., Cardeña, R., & Luíz, C. (2008). Obtención y caracterización fisicoquímica y funcional de las fibras dietéticas del níspero común (*Mespilus germanica*). *Revista de La Sociedad Química Del Perú*. 74: 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.10.006>

Brenes, A., Viveros, A., Goñi, I., Centeno, C., Sáyago-Ayerdy, S. G., Arija, I., & Saura-Calixto, F. (2008). Effect of Grape Pomace Concentrate and Vitamin E on Digestibility of Polyphenols and Antioxidant Activity in Chickens. *Poultry Science*. 87:307–316. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00297>

Chau, F., & Cheung, K. (1998). Functional properties of flours prepared from three Chinese indigenous legume seeds. *Food Chemistry*. 61: 429–433. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00091-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00091-5)

Chaucheyras, F., Ameilbonne, A., Bichat, A., Mosoni, P., Ossa, F., & Forano, E. (2016). Live yeasts enhance fibre degradation in the cow rumen through an increase in plant substrate colonization by fibrolytic bacteria and fungi. *Journal of Applied Microbiology*. 120: 560–570. <https://doi.org/10.1111/jam.13005>

Endale, T. (2017). *Extraction and Characterization of Antioxidants from Ethiopian Wine Making By- Product (Grape Pomaces)*. Addis Ababa University.

Fontana, R., Antonioli, A. & Bottini, R. (2013). Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization and biotechnological applications. *J. Agric. Food Chem.* 61:8987–9003. <https://doi.org/10.1021/jf402586f>.

Furda, I. (1990). Interaction of dietary fiber with lipids-mechanistic theories and their limitations. *New Developments in Dietary Fiber*. 270: 67–82.

González, R., Rosselló, C., Simal, S., Garau, C., López, F., & Femenia, A. (2010). Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: Grape pomaces and stems. *Food Science and Technology*. 43: 1580–1586. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.024>

Guedes, M., Gonçalves, D., Rodrigues, M., & Dias, A. (2008). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. *Animal Feed Science and Technology*. 145: 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2007.06.037>

International Organization of Vine and Wine. (2017). Table and Dried Grapes: World data available. Retrieved from <http://www.oiv.int/en/oiv-life/table-and-dried-grapes-world-data-available>

McConnell, A., Eastwood, A., & Mitchell, D. (1974). Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 25: 1457–1464. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740251205>

Mendoza, M., De Ullivarri, F., & Raya, R. (2018). *Saccharomyces cerevisiae*: A key yeast for the wine-making process. In *A Closer Look at Grapes, Wines and Winemaking* (pp. 173–202).

Mora, Teresa., Sánchez, Sebastián., González, Karina., Ayala, Marisol., Mora, Luis., Madero, E. (2017). *Uvas, Tierra y Memoria. Coahuila: Raíz de la vitivinicultura en América*. (E. Quintanilla, Ed.) (Primera Ed). Saltillo, Coahuila, México.

Mundo, E. L., & Cada, E. S. (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018.

NMX-F-428-1982. (1982). Alimentos. Determinación de Humedad (Método Rápido de la Termobalanza). Foods. Determination of Moisture (Thermobalance Rapid Method). Normas Mexicanas, 5–6.

NMX-F.102-S-1978. (1978). Determinación De La Acidez Titulable En Productos Elaborados a Partir De Frutas Y Hortalizas. Norma Mexicana. *Colpos.Mx*, 3–6. Retrieved from <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>

Organización Internacional del Vino. (2018). Bases de datos y estadísticas. Retrieved October 18, 2018, from <http://www.oiv.int/es/bases-de-datos-y-estadisticas/estadisticas>

Raghavendra, N., Ramachandra, R., Rastogi, K., Raghavarao, S., Kumar, S., & Tharanathan, N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*. 72: 281–286. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.008>

Rodríguez, C., Rodríguez, E., Díaz, D., Salabarría, B., & Arzola, C. (2017). Concentration of acid detergent fiber, neutral detergent fiber and lignin during solid state fermentation of apple (*Malus domestica*) derivatives Concentración de fibra detergente ácido, fibra detergente neutro y lignina durante la fermentación en estado sól. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 51: 47–60.

Sánchez, I., & Borderías, J. (2008). Technological effect of red grape antioxidant dietary fibre added to minced fish muscle. *International Journal of Food Science and Technology*. 43: 1009–1018. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01554.x>

Sousa, C., Uchôa, A., Carioca, B., Morais, M., Lima, A., Martins, G., Rodrigues, (2014). Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. *Food Science and Technology* (Campinas). 34: 135–142. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014000100020>

Vázquez, A., Rosado, G., Chel, L., & Betancur, D. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Science and Technology*. 42: 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.012>