

Efecto de diferentes adsorbentes sobre el contenido de minerales en el mosto y vino blanco

Zulay Mármol, Verónica Berrueta, Félix Torrealba, Johanna Raga, Gisela Páez†, Karelen Araujo y Marisela Rincón.

Laboratorios de Tecnología de Alimentos y Fermentaciones Industriales. Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia. Apartado 526. Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela.

Correo electrónico: zulaymarmol@gmail.com, vero_beal5@hotmail.com, felixalejandrol@gmail.com, johannaraga@gmail.com, karelenaraujo@gmail.com, gpaezr@gmail.com y mariselarincon@gmail.com

Recibido: 21-11-2017

Aceptado: 03-07-2018

Resumen

Los metales presentes en el vino pueden alterar su calidad. Por lo cual, se emplean adsorbentes en el proceso de clarificación. El objetivo de esta investigación fue evaluar el contenido de metales en mosto y vino blanco tratado con quitina obtenida a nivel de laboratorio a partir de caparazones de camarón, quitina comercial y caseinato de potasio. El contenido de metales se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica y de emisión atómica. Los resultados se analizaron bajo un diseño factorial 2x4 completamente al azar a un nivel de significancia del 5%, observándose un efecto significativo entre los estabilizantes. Los adsorbentes presentaron mayor afinidad a los cationes más electropositivos (calcio, magnesio, hierro y zinc). El uso de la quitina como adsorbente en el proceso de vinificación contribuye a la disminución indirecta del impacto ambiental que generan los desechos de estos crustáceos y aporta a la industria vinícola un adsorbente de económica obtención que compita con los comerciales.

Palabras Clave: Quitina, vinos blancos, minerales, espectrofotometría de absorción atómica, espectrofotometría de emisión atómica.

Effect of different adsorbents on the content of minerals in the grape juice and white wine

Abstract

The quality of the wine can be affected by the presence of metals, therefore the use of adsorbents in the process of clarification. The objective of this research was to evaluate the metal content in grape juice and white wine. They were treated with chitin obtained in the laboratory from shrimp shells, commercial chitin and potassium caseinate. The metal content was determined by spectrophotometry of atomic absorption and Atomic emission. The results were analyzed under a factorial design 2 x 4 completely at random to a significance level of 5%, with a significant effect between stabilizers. Adsorbents presented greater affinity to more electropositive cations (calcium, magnesium, iron and zinc). The use of chitin as adsorbent in the winemaking process contributes to the indirect reduction of the environmental impacts that generate the waste of these crustaceans and brings to the wine industry an adsorbent of economic production that competes with the commercial.

Keywords: Chitin, white wines, minerals, and atomic absorption spectrophotometry, atomic emission spectrophotometry

Introducción

La presencia de metales en el vino tiene diversas fuentes entre las que destacan la contribución del suelo de los viñedos, la capacidad de la uva de tomar sustancias minerales, la contaminación por los aerosoles del viñedo y el contacto del producto con materiales que contienen estos compuestos durante las etapas de preparación y conservación según Catarino *et al.* [1]

La determinación de las concentraciones de los metales en el mosto y vino es necesaria para evitar efectos sobre la salud y además, asegurar la calidad del producto debido a concentraciones supe-

rios a las recomendadas conlleva a cambios organolépticos que provocan el rechazo del consumidor. Estos cambios son debido a alteraciones de la acidez, formación de cristalizaciones, enturbiamiento por formación de coloides inorgánicos, catálisis de reacciones enzimáticas, alteraciones aromáticas y así como riesgo de toxicidad crónica. Gonzalez *et al.* [2]. Para reducir las alteraciones indeseables en el vino, se emplean absorbentes en el proceso de clarificación y estabilización del vino, entre ellos destacan: el caseinato de potasio, polivinilpolipirrolidona.

Actualmente, ha tenido mucho auge el estudio del efecto de la quitina sobre algunas sustancias indeseable en el vino. La quitina es una macromolécula atóxica, abundante en la naturaleza que se obtiene del exoesqueleto de invertebrados y las paredes celulares de algunos hongos y algas. La principal fuente de este polímero natural son los desechos generados por la industria pesquera, específicamente del camarón. Aranaz *et al.* [3] y Mármol *et al.* [4].

Para contrarrestar el efecto negativo que producen los metales en el vino se planteó como objetivo de esta investigación evaluar el efecto de la quitina de elaboración propia sobre el contenido de los metales sodio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y potasio en el mosto y vino blanco. Así mismo, se comparó el efecto de la quitina de elaboración propia con la quitina comercial y el caseinato de potasio.

Materiales y Métodos

Obtención de quitina

Se utilizaron caparazones de camarón (*Pennaeus vannamei*) suministradas por la planta procesadora de camarones, Industrias del Mar, C.A., ubicada en el municipio San Francisco del estado Zulia. Para la obtención de la quitina se siguió el procedimiento descrito por Mármol *et al.* [4]. Para la caracterización de la quitina se emplearon la humedad se realizó por el método AOAC (1990), cenizas por el método gravimétrico reportado por Salazar [5] y nitrógeno total por el método de Kjeldahl Salazar [5].

Tratamiento del mosto: Se empleó mosto de uva, *vitis vinifera var Malvasía*, proporcionada por el centro Vitícola del estado Zulia, tratado con 13ppm de metabisulfito de sodio. El mosto fue clarificado con bentonita (1g/L) por 24h. Se trasegó y dividió en dos partes iguales, la primera destinada al proceso de fermentación y la segunda sometida a tratamiento con los adsorbentes (0,8g/L) usando quitina de elaboración propia, quitina comercial y caseinato de potasio por 24h a temperatura de laboratorio (22-24°C). Finalmente, se filtró y se realizaron las mediciones del contenido mineral por espectrofotometría de emisión atómica (potasio) y por espectrofotometría de absorción atómica (sodio, calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc) método reportado por García [6].

Pie de Cuba: Una vez corregido y suplementado el mosto (21°Brix + 0,2 g·L⁻¹ de fosfato de amonio), se realizó la siembra de levadura (*Saccharomyces. cerevisiae* ATCC 4921, proveniente de la *American Type Culture Collection*, Rockville, MD, USA).

Tratamiento y proceso de elaboración del vino blanco: El vino obtenido fue clarificado con filtros de membrana celulosa (0,2µm poro y 47mm diámetro). Posteriormente, se aplicó el tratamiento correspondiente utilizando 0,8g/L de los adsorbentes durante 24h, se filtró y se realizaron las mediciones del contenido mineral.

Diseño estadístico experimental.

Los resultados fueron analizados bajo un diseño de tratamientos factorial 2x4 completamente al azar para evaluar dos muestras (mosto y vino) y adsorbente (Control, quitina de elaboración propia, quitina comercial y caseinato de potasio) a un nivel de significancia del 5%. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el software SAS versión 8.0 para obtener la estadística descriptiva (media y desviación estándar) y para la comparación de media se aplicó la prueba Tukey, así como el análisis de varianza (ANOVA).

Resultados y Discusión

Sodio

El sodio es un mineral que influye poco en el proceso de fermentación de la uva, pero debe monitorearse ya que su contenido está regulado por temas de salubridad Gonzalez *et al.* [2]. En esta investigación se observó en el mosto un ligero aumento no significativo del sodio en las muestras tratadas quitina propia y comercial con respecto al control pero estadísticamente significativo al emplear caseinato de potasio, estos valores van desde 139,33 a 156,00mg/L (Figura 1). La quitina de elaboración propia arrojó un valor de 145,00mg/L, siendo este el valor más bajo en comparación con el resto de los adsorbentes, es decir, que presentó los mejores resultados.

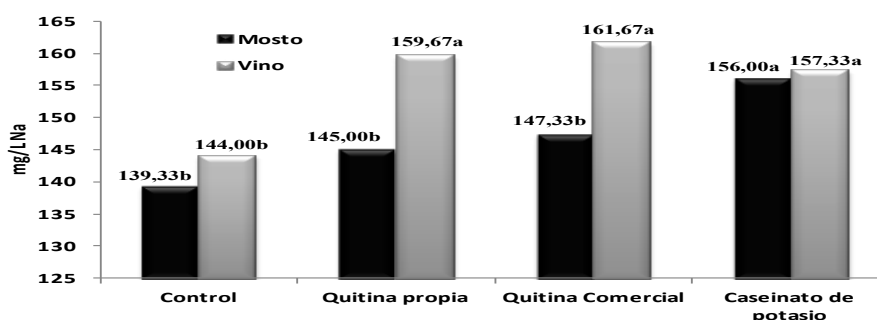


Figura 1. Contenido de sodio en mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Media con igual letra no difieren significativamente ($Pr \leq 0,05$).

El contenido de sodio es dependiente de diversos factores como: tipo de suelo, origen geográfico de la vid, agua de riego, aditivos agregados al mosto (hiposulfito de sodio como bactericida, bicarbonato de sodio para la corrección de la acidez) y la levadura (puede contener pequeñas cantidades de sodio) Gonzales *et al.* [2].

Por otra parte, se observó que el contenido de sodio en el vino fue más elevado que en el mosto, encontrándose valores dentro del rango de 144,00 a 161,67mg/L con diferencias significativas entre el vino control y el vino tratado con los diferentes adsorbentes. Entre la quitina propia y de elaboración propia no hubo diferencias estadísticamente significativas, lo cual indica que esta última está a la altura de los estabilizantes usados en la industria.

El contenido de sodio encontrado en vino está respaldado por el rango reportado por Flanzky *et al.* [7], el cual oscila entre 10 a 250mg/L. Así mismo, la organización internacional de la viña y el vino (OIV) [8] establece un máximo permisible de sodio de 80mg/L. Como se puede observar en la Figura 1 el contenido de sodio sobrepasa los 130mg/L, por tanto, se encuentra sobre el límite fijado por la OIV. Probablemente, esto altos niveles se deban a la ionización del sodio en el medio después de la aplicación de metabisulfito de sodio al mosto.

Potasio

El potasio es el principal catión presente en el vino y sus intervalos de concentración van de 0,5-2g/L. Las concentraciones más altas se encuentran en los vinos elaborados a partir de uvas viejas o uvas pasificadas. Los vinos blancos contienen menos cantidad de potasio que los vinos tintos debido a la capacidad de los fenoles para inhibir la precipitación del bitartrato de potasio. Moreno y Peinado [9].

El contenido de potasio es necesario monitorearlo debido al impacto que tienen las nuevas técnicas agrícolas de abonado y fertilización sobre la calidad del vino. Altos niveles de potasio en uvas, conllevan a elevar el pH del vino, provocando modificación de las características y tipicidad del vino. Carazola y Xirau [10]; Nikolakaki *et al.* [11].

En la Figura 2, se observa la variación del contenido de potasio en las muestras de mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Se observa que el contenido de potasio en las muestras de mosto tratadas con adsorbentes aumentó ligeramente en comparación al encontrado en la muestra control. Sin

embargo, el mosto tratado con quitina de elaboración propia no presentó diferencias estadísticamente significativas con el mosto control. El mosto tratado con quitina de elaboración propia arrojó valores de 1042,00mg/L pero el mosto tratado con caseinato de potasio fue el que presentó el valor más alto (1183,33mg/L), seguido de la quitina comercial con 1139,00mg/L. Todos estos valores son aceptables según Flanzky [7], quien reporta que la concentración de potasio en mostos de uva es mayor a 1g/L.

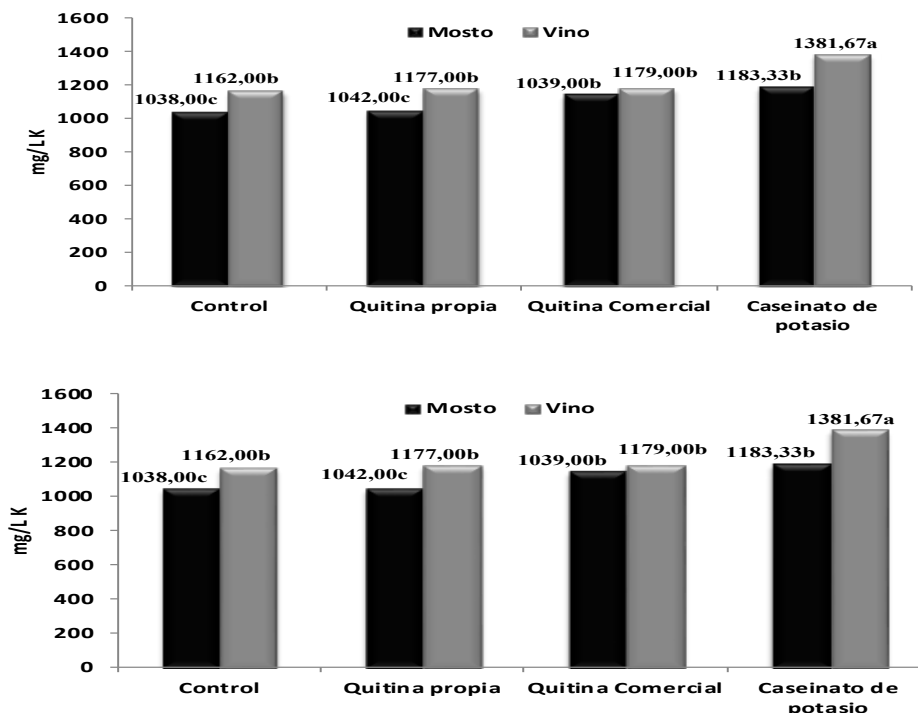


Figura 2. Contenido de potasio en mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Media con igual letra no difieren significativamente ($Pr \leq 0,05$).

En cuanto al contenido de potasio en vino, se observa al igual que en el mosto un ligero aumento del mineral al aplicar los estabilizantes. Además, no se observaron diferencias significativas entre el vino control (1162,00mg/L) y el tratado con quitina comercial (1179,00mg/L) y la quitina de elaboración propia (1177,00mg/L), estos valores son comparables a los obtenidos por Fernández *et al.* [12] con un contenido de 1100mg/L. Sin embargo, el vino tratado con caseinato de potasio presentó diferencias significativas con el resto de los adsorbentes, arrojando el mayor contenido del mineral, con un valor de 1381,67mg/L, esto puede deberse a la disociación del potasio presente en la molécula del adsorbente que contribuye a incrementar la concentración del metal en el medio. Flanzky [7].

Magnesio

A diferencia del potasio y sodio, en la Figura 3 se observa la disminución del contenido de magnesio en el mosto tratado con respecto al mosto control. Así mismo, no se observaron diferencias significativas entre la quitina de elaboración propia y la quitina comercial, lo que es indicativo de que esta posee similar eficiencia que los adsorbentes empleados industrialmente. Los valores de magnesio obtenidos arrojaron valores que van desde 75,43mg/L a 85,83mg/L, estos valores se encuentran alrededor de 100mg/L, valor establecido por Flanzky [7].

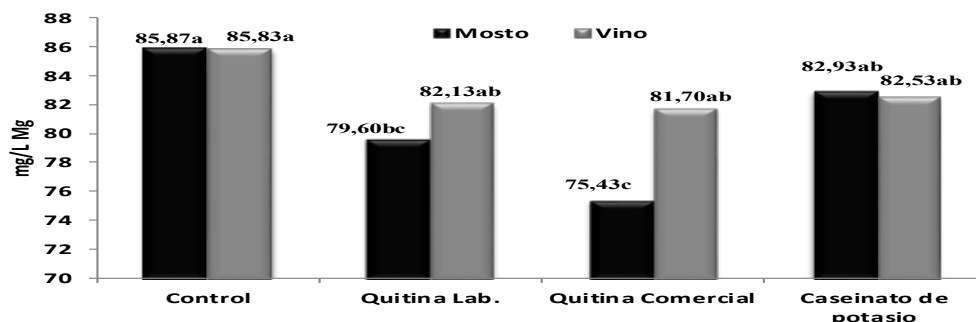


Figura 3. Contenido de magnesio en mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Media con igual letra no difieren significativamente ($Pr \leq 0,05$).

En cuanto al contenido de magnesio en vino no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el control y adsorbentes. Sin embargo, se aprecia una ligera disminución en el contenido de magnesio después de aplicar los diferentes tratamientos, los valores oscilaron entre 81,70 y 82,53mg/L, los cuales son comparables con el valor obtenido por Fernández *et al.* [12] de 93,13mg/L. Así mismo, Moreno y Peinado [9] reportan concentraciones de magnesio en vino que oscilan entre 60 y 150mg/L.

Amerine y Ough [13] señalan que el contenido de magnesio se ve afectado por la utilización de agentes filtrantes, el almacenamiento en recipientes de hormigón, los tratamientos de afinado, el uso de resina de intercambio, la concentración de alcohol y otros constituyentes como el tartrato y sulfatos.

Zinc

El contenido de zinc es afectado por factores como: prácticas agrícolas, calidad de la maquinaria usada durante el procesamiento y agentes plaguicidas usados para el control de plagas Nikolakaki *et al.* [11].

En la Figura 4 se observa una disminución del contenido de zinc como producto del proceso de fermentación, por lo tanto, se observaron diferencias estadísticamente diferentes entre las muestras control y las tratadas con quitina pero no se observó el mismo comportamiento al evaluar el caseinato de potasio.

Los mostos tratados con adsorbentes presentaron una disminución en el contenido de zinc. Según Flanzky [7], el contenido de zinc en mostos es próximo a 1mg/L, el cual es comparable con los valores obtenidos en las muestras tratadas con estabilizantes que estuvieron comprendidos entre 0,23-0,54mg/L.

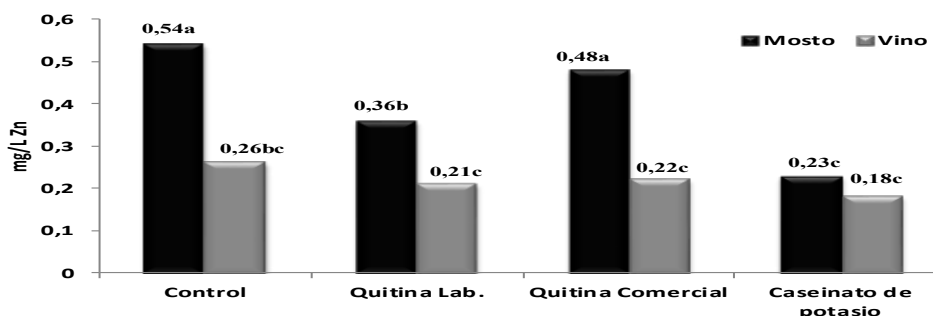


Figura 4. Contenido de zinc en mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Media con igual letra no difieren significativamente ($Pr \leq 0,05$).

Por otro lado, el contenido de zinc en el vino tratado fue ligeramente más bajo que el vino control. Además, no hubo diferencias significativas en el contenido de zinc entre el vino control y el tratado con los diferentes adsorbentes. Los resultados variaron entre 0,18 y 0,21mg/L, estos se encuentran por

debajo del valor reportado por Fernández *et al.* [12] de 0,39mg/L. La OIV estipula que el contenido permisible de zinc en vino es de 5mg/L, por lo tanto, el vino analizado se encuentra dentro de lo reglamentario.

Calcio

El contenido de calcio en el mosto y el vino (Figura 5) presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se evidencia una ligera disminución entre el control y el tratado con los adsorbentes.

Los valores de calcio en el mosto son superiores al magnesio aunque esta relación varía debido a la precipitación del tartrato de calcio durante la fermentación Flanzky [7]. Los mostos tratados con adsorbentes presentaron un menor contenido de calcio que el mosto control, estos valores van desde 101,07 a 122,33mg/L, valores comparables al reportado por Flanzky [7] de 100mg/L.

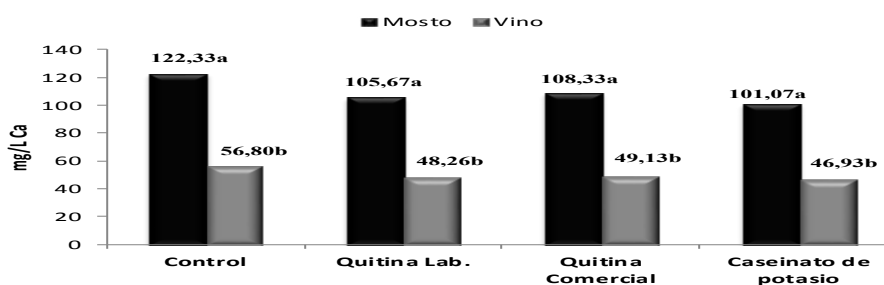


Figura 5. Contenido de calcio en mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Media con igual letra no difieren significativamente ($Pr \leq 0,05$).

Así mismo, no se encontraron diferencias significativas en el contenido de calcio de mosto con los diferentes adsorbentes, por lo tanto, la quitina de elaboración propia muestra un comportamiento similar al exhibido por los otros adsorbentes.

El calcio es un componente natural de las uvas que se encuentra afectado por las condiciones de cultivo de la vid (tipo, zona geográfica de cultivo, suelo), y además, por diversas prácticas enológicas como la desacidificación (adición de CaCO_3) o la adición de CaSO_4 usado como estabilizador y agente antibacteriano alternativo pueden incrementar el nivel de este mineral en los vinos. Scollary [14]. El exceso de este catión puede generar en la botella un precipitado cristalino indeseado de tartrato de calcio, el cual se encuentra afectado por el pH, la temperatura y el grado alcohólico. Carazola y Xirau [10], González *et al.* [2].

El contenido de calcio para las muestras de vino tratadas con los adsorbentes y la muestra control, mostradas en la Figura 5, los valores oscilaron entre 46,93 mg L⁻¹ a 56,8 mg/L, los cuales son comparables por el obtenido por Fernández *et al.* [12] con 48,40 mg L⁻¹. También se puede observar que la quitina comercial desempeña un papel similar con los adsorbentes industriales para la remoción de este catión en el vino.

Hierro

El contenido de hierro en la uva es bastante bajo, pero su concentración puede incrementarse por contaminación con equipos de hierro y residuos de pesticidas. Ough y Amerine [15]. Se conoce que un vino estable implica niveles de hierro menor a 5mg/L antes del ser embotellado (Bornet y Teissedre [16] pero concentraciones de hierro superiores a 8mg/L causan efectos indeseables como enturbiamientos debido a precipitaciones férricas de materiales pigmentados (quiebre azul) o con iones ortofosfatos (quiebre blanca) y cambios de color debido a la oxidación de los vinos. Bornet y Teissedre [16]; Carazola y Xirau [10].

En la Figura 6 se observa que el contenido de hierro presentó diferencias estadísticamente significativas entre el mosto y vino, observándose que el contenido de este mineral es mayor en el mosto que en el vino. Con respecto al contenido de hierro en mosto, se puede apreciar que el efecto de los adsorbentes es reducir el contenido de hierro, se presentaron valores que oscilaron entre 1,78- 4,14mg/L,

rango inferior a 5mg/L., lo cual permite evitar efectos indeseables sobre la calidad organoléptica del producto.

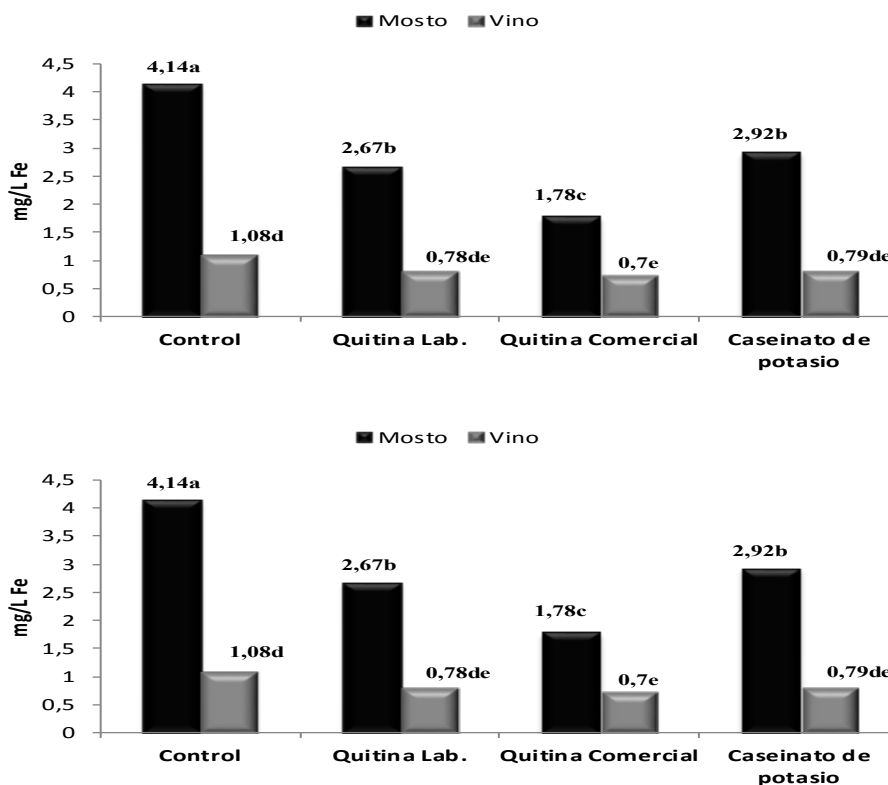


Figura 6. Contenido de hierro en mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Media con igual letra no difieren significativamente ($Pr \leq 0,05$).

Así mismo, se observa que cada uno de los adsorbentes presentó diferencias significativas con la muestra control, se puede observar que la quitina de elaboración propia se comporta de una manera similar a la quitina comercial y al caseinato de potasio.

En relación al contenido de hierro en las muestras de vino tratadas con adsorbentes y la muestra control, se observa en la Figura 6 que los valores están entre 0,70 a 1,08mg/L. Estos valores son inferiores al reportado por Laurie *et al.* [17] de 1,27mg/L. Además, se evidencia que no existen diferencias significativas entre los adsorbentes, por lo cual, la quitina elaborada actúa de igual manera que el resto de los estabilizantes.

Cobre

El contenido de cobre es un punto crítico en la elaboración del vino debido a que produce cambios sensoriales negativos en el vino, es decir, altas concentraciones producen enturbiamiento debido a la “quiebra cúprica”, la cual se observa a concentraciones próximas a 1mg/L (límite permisible sugerido por la OIV).

Así mismo, cuando el vino se almacena bajo condiciones de reducción tiende a desarrollar derivados azufrados con aromas desagradables, razón por la cual, se realiza un tratamiento fúngico o con sulfato de cobre permite eliminar estos compuestos azufrados. Sin embargo, se presenta el efecto de generar grandes cantidades de este mineral Moreno y Peinado [9]. En este sentido, el problema se mitiga debido a que la mayor parte del cobre es eliminado durante el proceso sedimentación Amerine y Joslyn [18] así como también, las reacciones de precipitación que se producen durante la fermentación alcohólica eliminan casi en su totalidad el cobre presente.

En la Figura 7, se muestra los valores del contenido de cobre en mosto, donde se observa claramente que la quitina elaborada no presentó diferencias significativas con el caseinato de potasio. Las

concentraciones de cobre en el mosto pueden sobrepasar los 0,5mg/L pero gran parte es eliminada durante las fases fermentativas.

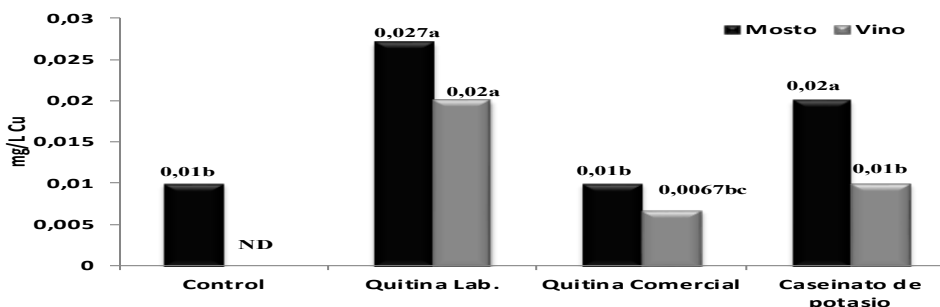


Figura 7. Contenido de cobre en mosto y vino tratado con los diferentes adsorbentes. Media con igual letra no difieren significativamente ($Pr \leq 0,05$).

Se aprecia en la Figura 7 un efecto no esperado para los mostos tratados con quitina de elaboración propia y caseinato de potasio. Estos incidieron en el aumento del contenido de cobre mientras que el mosto tratado con quitina comercial mantuvo el contenido de cobre en el mismo nivel que el mosto control.

En la Figura 7, se puede apreciar que para la muestra control de vino no se detectó concentraciones de cobre, en cambio para las muestras evaluadas con los tratamientos adsorbentes, los valores oscilaron entre 0,0067mg/L a 0,02mg/L, valores que son menores a 1mg/L establecido por la OIV, también se observó que la quitina de elaboración propia obtuvo diferencias significativas con el resto de las muestras.

El aumento del contenido de cobre en las muestras tratadas con quitina de elaboración propia puede obedecer a que se emplearon tamices moleculares a base de cobre durante su elaboración, permitiendo que el contacto de este material con las conchas de camarón durante esta etapa del proceso influyera en el contenido de este mineral y por ende, aumentarán los valores del mosto y vino.

Efectividad de Adsorción de minerales en vino.

La diferentes magnitudes de adsorción entre la quitina con los cationes metálicos es probablemente el resultado de la combinación de varios factores como la geometría de los complejos metálicos, los radios iónicos de los cationes, el estado de oxidación del metal, las consideraciones ácido-base débiles o fuertes y los electrones disponibles de los átomos de nitrógeno y oxígeno en el biopolímero; los cuales tienen el potencial de inducir interacciones hacia cationes metálicos cargados positivamente Cirillo y Lemma [19].

En la Figura 8, se observa una tendencia notable en la interacción de la quitina con los cationes que poseen número de oxidación mayor a 2, es decir, la quitina retiró los metales Ca^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} y Fe^{+3} , siendo este último el que presentó mayor remoción atribuyéndose a su mayor estado de oxidación, y por ende, mayor afinidad con los grupos aminos de la quitina.

La segunda tendencia observada es al aumento de la remoción a mayor tamaño atómico. El zinc y el calcio están en el mismo periodo y se observó que el zinc presentó mayor remoción que el calcio. Por otro lado, el magnesio y el calcio están en el mismo grupo, observándose mayor remoción del calcio.

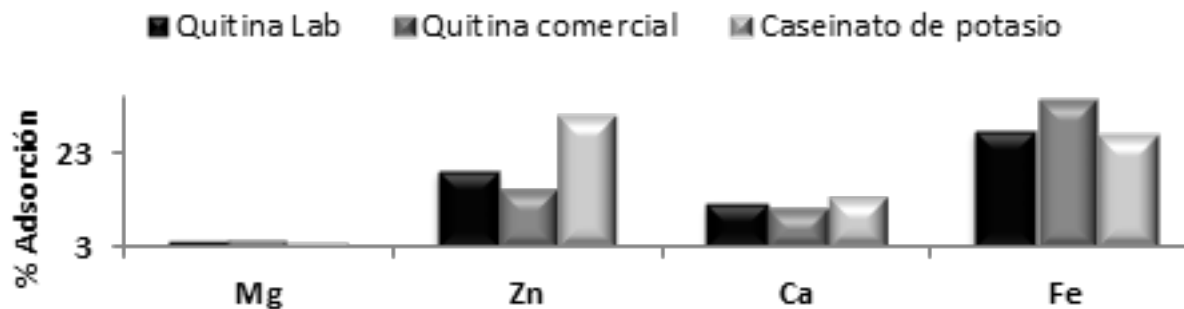


Figura 8. Porcentajes de adsorción de los minerales en función del adsorbente.

Conclusiones

Las muestras tratadas con quitina de elaboración propia no mostraron diferencias significativas con las muestras tratadas con quitina comercial y caseinato de potasio en la adsorción de minerales.

La adsorción de minerales por parte de los adsorbentes dependerá del grado de oxidación que posean estos. Minerales con estado de oxidación mayor a 2 fueron adsorbidos por los adsorbentes más eficientemente.

Referencias Bibliográficas

- [1] Catarino A., Curvelo-Garcia, Bruno de Sousa R., Revisao Elementos contaminantes nos Vinhos. *Ciência Téc. Vitiv*, Vol, 23 , No. 1, (2008) 3-19.
- [2] González P., Prieto-Hernández V. y Pistón M., Determinación de sodio, calcio y cobre en vinos uruguayos y estudio de la relación de estos elementos con el tipo de vino. *Av. cien. Ing.*, Vol 4, No. 3, (2013), 27-35.
- [3] Aranaz I., Mengibar M., Harris R., Paños I., Miralles B., Acosta N., Galed G. y Heras A., Functional Characterization of Chitin and Chitosan, *Current Chemical Biology*, Vol 3, (2009), 203-230.
- [4] Mármol Z., Cardozo J., Carrasquero S., Páez G., Chandler C., Araujo K. y Rincón M., Evaluación de polifenoles totales en vino blanco tratado con quitina. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, Vol. 26, (2009), 423-442.
- [5] Salazar P., Obtención de quitina a partir de residuos de camarón, Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa, Mexico D.F., (1999).
- [6] García J. B. , Técnicas analíticas para vinos (1^{era} ed.), GAB, España, (1990).
- [7] Flanzky C., Enología: fundamentos científicos y tecnológicos (2^{da} ed.) AMV y Mundi – Prensa ediciones, España, (2003).
- [8] Organisation internationale de la vigne et du vin. Recueil des methods internationales d'analyse des vins et des mouts. Maximum acceptable limits of various substances contained in wine. Vol. 2, (2014).
- [9] Moreno J. y Peinado R., *Enological Chemistry* (1^{era} ed.), Academic Press, Estados Unidos de Norte America, (2012).

- [10] Carazola J. y Xirau M., Técnicas usuales de análisis en enología, Panreac química Barcelona, España, (2005).
- [11] Nikolakaki G., Kallitharakas y Katsanos, Trace element analysis of Cretan wines and wine products. *Sci. Total Env.* Vol. 285, (2002), 155-163.
- [12] Fernández V., Berradre M., Sulbarán B., Ojeda de Rodríguez G. y Peña J., Caracterización química y contenido mineral en vinos comerciales venezolanos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Vol. 26, (2009), 382-397.
- [13] Amerine M. y Ough C., *Análisis de Vinos y Mostos*, Acirbia, Zaragoza, España. (1976).
- [14] Scollary G.R., Metals in wine: contamination, spoilage and toxicity. *Analysis*, Vol. 25, (1997), 26-30.
- [15] Ough C. y Amerine M., *Methods for analysis of musts and wines*, Wiley, New York, (1988).
- [16] Bornet A. y Teissedre P.L., Chitosan, chitin-glucan and chitin effects on minerals (iron, lead, cadmium) and organic (ochratoxin A) contaminants in wines. *Eur Food Res Technol.* No. 226, (2008), 681-689.
- [17] Laurie F., Villagra E., Tapia J., Jorge E., Sarkis Hortellani M., Analysis of major metallic elements in Chilean wines by atomic absorption spectroscopy. *Cien. Inv. Agr.* . Vol. 37, (2010), 77-85.
- [18] Amerine M. y Joslyn M., *Table Wines: The technology of their production* (2^{da}. ed.), University of California Press, Los Ángeles, Estados Unidos de Norte América, (1976), 797.