

## Efecto del quitosano sobre la oxidación en vino blanco

Effect of chitosan on the oxidation in white wine

<sup>1</sup>Zulay Mármol Pérez, <sup>1</sup>Cindy Bravo, <sup>1</sup>María Lorbes, <sup>1</sup>Gisela Páez,  
<sup>1</sup>Karelen Araujo, <sup>1</sup>Marisela Rincón, <sup>1</sup>Johanna Raga Carreño

### Resumen

Se evaluó el proceso de oxidación del vino blanco de uva, *Vitis vinífera* variedad Malvasía, tratado con quitosano de elaboración propia, quitosano comercial y el adsorbente industrial caseinato de potasio durante un período de 6 meses. Se caracterizó el quitosano obtenido de la quitina de conchas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en términos de nitrógeno total, cenizas y humedad. Se determinaron los polifenoles totales, catequinas, color, dióxido de azufre total y libre en el mosto y vino blanco, tratado con los diferentes adsorbentes a diferentes tiempos de almacenamiento. Los resultados obtenidos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar, con arreglo de parcelas divididas, a un nivel de significancia menor al 5%, observándose un efecto significativo entre los adsorbentes y el tiempo de almacenamiento, reportándose para quitosano de elaboración propia concentraciones de polifenoles totales y catequinas inferiores al vino control  $231,00\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y  $7,00\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  respectivamente. Se encontró que el quitosano elaborado es un adsorbente adecuado para los compuestos fenólicos, causando un efecto positivo sobre la estabilidad del vino blanco en el tiempo.

**Palabras clave:** vino blanco, quitosano, oxidación, compuestos fenólicos.

Recibido: 12/04/2015 Aceptado: 29/04/2015  
Autor para correspondencia: zulaymarmol@gmail.com

<sup>1</sup> Laboratorios de Tecnología de Alimentos y Fermentaciones Industriales. Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia. Apartado 526. Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela.

### **Abstract**

The process of oxidation of white wine of *Vitis vinifera* grapes, *Malvasia* variety, treated with self-produced chitosan, commercial chitosan, and potassium caseinate was evaluated for a period of six months. The chitosan obtained from the chitin extracted from shrimp shells (*Litopenaeus vannamei*) was characterized by determining pH, moisture and nitrogen content. The catechins, color, total polyphenols, total and free sulfur dioxide of samples of the must and the treated and untreated wine taken at different storage times, were determined. The results were analyzed under a completely randomized design with split plot arrangement, with a significance level of less than 5%. A significant effect between the stabilizers and storage time was observed. Concentrations of total polyphenols of  $231,00\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  and catechins of  $7,00\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  were found in the wine treated with self-produced chitosan. Self-produced chitosan is capable of absorbing phenolic compounds, causing a positive effect on the stability of white wine over time.

**Key words:** white wine, chitosan, oxidation, phenolic compounds.

### **INTRODUCCIÓN**

El vino en Latinoamérica ha cobrado importancia debido al alto consumo por parte de la población, de allí que existe una demanda creciente por vinos de alta calidad. Entre los problemas que pueden afectar su calidad organoléptica se encuentra el oscurecimiento y oxidación de polifenoles, lo cual produce alteraciones de color, aroma y sabor. Esto se traduce en pérdidas económicas por la inestabilidad del mismo. Un método empleado para contrarrestar estas alteraciones es la reducción de los compuestos fenólicos a través de mecanismos de adsorción (23; 28). Los adsor-

bentes comúnmente empleados en enología son el caseinato de potasio y la polivinilpolipirrolidona. Además, estudios realizados en los últimos años emplean quitosano como adsorbente, el cual es de origen biológico ya que proviene de la industria del procesamiento de crustáceos, es económico, no tóxico y capaz de interactuar con los compuestos fenólicos del vino (29).

El procesamiento de crustáceos arroja grandes volúmenes de desperdicios, entre el 70 y 80% de su peso total, constituido por sus vísceras y exoesqueleto que son considerados contaminantes ambientales. En Venezuela para el año 2010 la producción de ca-

marón fue de 13368,7 TM (16). La transformación de estos desechos en productos valiosos como el quitosano podría ayudar a mitigar el impacto ambiental (19). El quitosano es el derivado funcional de la quitina, ambos biopolímeros constituyen compuestos de valor comercial no aprovechado (12). En esta investigación se evaluó el efecto del quitosano de elaboración propia como adsorbente de compuestos fenólicos responsables de la oxidación en el mosto y vino blanco en un período de seis meses de almacenamiento. Además, se comparó este adsorbente con el quitosano comercial y caseinato de potasio, clarificantes comúnmente utilizados en la elaboración de vinos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Obtención del quitosano:** Se utilizaron conchas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) suministradas por Industria Zuliana de Alimentos INZUALCA C.A, ubicada en el Municipio San Francisco, estado Zulia. La quitina obtenida por desproteinización y desmineralización de las conchas fue sometida a un proceso de desacetilación termo-alcalino con NaOH al 50% m/v para obtener quitosano. (18; 31).

## **Elaboración del vino blanco**

**Microorganismo:** Levadura *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4921 de la American Type Culture Collection (Rockville, MD, USA) obtenida en estado liofilizado, fue debidamente rehidratada y activada en cuñas de agar Yeast Medium (YM) (18).

**Mosto y tratamientos aplicados:** El mosto de uva, *Vitis vinifera* var. *Malvasía* fue suministrado por el Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Vitivinícola del estado Zulia. Este se sometió a un pretratamiento con bentonita ( $1\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) durante 24 horas (5) y se caracterizó mediante la determinación de polifenoles totales, catequinas, dióxido de azufre total y libre. Posteriormente, se adicionaron los adsorbentes: caseinato de potasio, quitosano de elaboración propia, quitosano comercial y como control se usó mosto sin adsorbente, con un tiempo de contacto de 24 horas para cada uno. Se realizaron tres replicas a la temperatura ambiente del laboratorio ( $22\text{-}24^{\circ}\text{C}$ ). Las muestras se filtraron y caracterizaron a través de los parámetros mencionados anteriormente. Finalmente, se hizo la corrección y suplementación del mosto ( $21^{\circ}\text{Brix} + 0,2\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de fosfato de amonio).

**Obtención del vino blanco:** Después de inoculado el mosto con el pie de cuba, se monitoreó el proceso midiendo diariamente los °Brix. El vino obtenido se encoló a baja temperatura, se trasegó y se le aplicó  $0,8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de cada adsorbente con un tiempo de contacto de 24 horas. Finalmente, se filtró con tierra diatomea, se envasó y se almacenó por un período de 6 meses.

### **Caracterización del quitosano**

**Humedad y cenizas:** se determinó gravimétricamente (15; 26).

**Nitrógeno total:** se realizó empleando el método Kjeldahl (15).

**Análisis del mosto y vino:** se realizaron los siguientes análisis mensualmente durante seis meses.

**Polifenoles totales:** se determinó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu a 765nm (Genesys 10U), usando como patrón ácido gálico (2).

**Catequinas:** se determinó aplicando el método espectrofotométrico desarrollado por Ponpei y Petri, reportado por Amerine (2) a 500nm, usando como patrón catequina.

**Color:** se analizó mediante espectrofotometría UV-Visible (Genesys 10UV) a 420 nm (2).

**Dióxido de azufre libre y total:** se determinó mediante va-

loración con solución de yodo  $0,01\text{M}$  en medio ácido y en presencia de almidón como indicador (11).

**Diseño experimental:** Corresponde a un diseño de tipo experimental, evolutivo contemporáneo, ya que se buscó información a lo largo del tiempo y en el presente, multieventual de rasgos ya que las mediciones fueron realizadas en varios eventos concernientes a la investigación (14), para determinar variables como, polifenoles totales, dióxido de azufre libre y total, catequinas y color.

Así mismo, el diseño estadístico, correspondió a un modelo factorial de análisis de varianza con parcelas divididas al azar, ya que este sirve para evaluar el efecto individual y en conjunto de dos ó más factores. Cada factor se concibe como una variable independiente categórica y este efecto se mide sobre una variable dependiente cuantitativa (22).

Utilizar más de un factor en un diseño posee la ventaja de poder estudiar el efecto de la interacción entre los factores. Por esta razón se adoptó el modelo de dos factores (variables independientes), un primer factor denominado tiempo con siete niveles (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 meses) que corresponderán con los tiempos de la observación y un segundo factor denominado

estabilizante con cuatro niveles (control, caseinato de potasio, quitosano de elaboración propia y quitosano comercial) (22). Las variables dependientes cuantitativas son las que se midieron: Polifenoles, Catequinas, Dióxido de azufre libre, Dióxido de azufre total y color. Los datos obtenidos se procesaron con el programa SPSS Statistics 20.0. (30)

El interés se centra en tres aspectos: los dos efectos principales (uno por cada factor) y el efecto de la interacción entre ambos factores (22). Esto con el fin de poder apreciar como variaron los parámetros físicos químicos medidos a través del período de almacenamiento; independiente del adsorbente utilizado y que los adsorbentes utilizados influyen en la estabilización de los mismos.

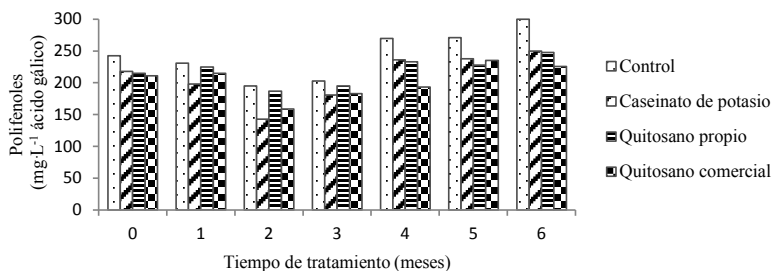
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La caracterización del quitosano obtenido de la desacetilación de la quitina a partir de conchas de camarón, arrojó los siguientes valores: humedad  $8,43 \pm 0,09\%$ , cenizas  $0,24 \pm 0,01\%$  y nitrógeno  $7,57 \pm 0,02\%$ . La humedad y contenido de nitrógeno están dentro de los límites reportados para quitosano (10), correspondientes a intervalos de 2 a 10% y de 7 a

8,40%, respectivamente. Así mismo, se observó que el contenido de cenizas se encuentra dentro del rango de 0,2% a 1,7%, reportado por Choy y Meyers (6). En cuanto al contenido de nitrógeno, se observó que su valor supera considerablemente la concentración reportada por Hernández y col. (13), la cual fue 0,26%.

**Polifenoles:** En la figura 1 se presenta el contenido de polifenoles para los vinos tratados con los diferentes adsorbentes en función del tiempo de almacenamiento. El análisis de varianza arrojó que el contenido de polifenoles depende en un nivel altamente significativo ( $p < 0,01$ ) de la variable tiempo, adsorbente y la interacción de la misma, lo que indica una variación de la medida durante el tiempo de almacenamiento. El vino tratado con quitosano comercial presentó el menor valor de polifenoles al finalizar el período de evaluación ( $226 \pm 1,41 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

El contenido de polifenoles en los vinos tratados y vino control, están en el rango de  $143\text{-}300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . El máximo valor encontrado ( $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) se encuentra por encima del valor máximo del rango reportado para vino blanco ( $50$  y  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) por Ribéreau-Gayon y col. (25), y dentro del intervalo establecido por Flanzky (8) de  $50\text{-}350$



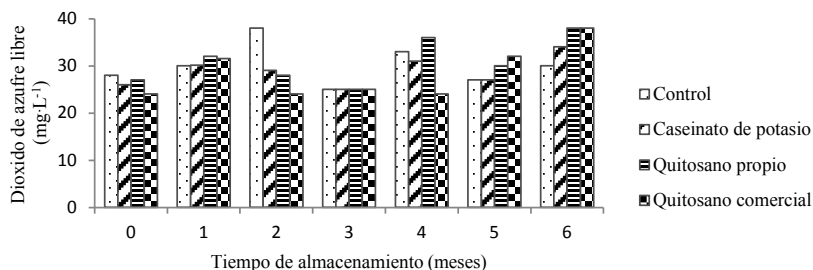
**Figura 1. Perfiles de medias del contenido de polifenoles en el vino**

mg·L<sup>-1</sup>. El contenido de polifenoles en el vino tratado con adsorbentes fue menor al del vino control durante todo el período de experimentación. Esto puede deberse a la afinidad que tienen los grupos aminos y acetilos del quitosano hacia los compuestos fenólicos, que permiten la adsorción de los polifenoles por interacciones débiles como enlaces de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals (29).

Se observó además que existe una tendencia del contenido de polifenoles a disminuir hasta el mes 3, debido posiblemente a la formación de quinonas y la oxidación de algún sustrato fácilmente oxidable o que se encuentre en

alta proporción como el ácido caftárico (9; 27). Posteriormente, el contenido de polifenoles incrementa hasta el final del almacenamiento. Este aumento puede ser debido a la reducción de los sustratos oxidables tales como, ácido caftárico y quinonas, por la presencia del dióxido de azufre o por la aparición de reacciones acopladas con flavanoles (27). Al analizar el contenido de dióxido de azufre libre en la figura 2, se observa un aumento a partir del mes 3 coincidiendo con lo reportado por Sioumis y col. (27).

El cuadro 1 muestra la comparación de medias de Tukey para la variable polifenoles según el



**Figura 2. Perfiles de medias de dióxido de azufre libre en el vino**

*Efecto del quitosano sobre la oxidación  
en vino blanco*

adsorbente considerando todos los meses de almacenamiento, Se observa diferencias significativas ( $Pr \leq 0,05$ ) entre el vino control y los diferentes tratamientos. El vino control presentó el mayor contenido de polifenoles ( $245 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). El cuadro 2 presenta la prueba de media de Tukey para la variable polifenoles para todos los adsorbentes según el tiempo de almacenamiento. Lo cual permite afirmar que el tiempo influ-

ye en la concentración de los polifenoles en el vino, aunque no se encontraron diferencias significativas durante el primer mes de almacenamiento ( $Pr \leq 0,05$ ).

**Dióxido de azufre libre:** El análisis de dióxido de azufre es muy importante ya que este compuesto tiene efecto antiséptico y antioxidante al reaccionar con oxígeno disponible o con el peróxido de hidrógeno resultante de la oxidación de polifenoles.

**Cuadro 1**

Prueba de media para la variable polifenoles según el adsorbente, durante el periodo de almacenamiento.

| Adsorbente           | Polifenoles promedio ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) |
|----------------------|--|
| Control              | 245a   |
| Caseinato de potasio | 209b   |
| Quitosano elaborado  | 218c   |
| Quitosano comercial  | 203d   |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

**Cuadro 2**

Prueba de media para la variable polifenoles según tiempo de almacenamiento, para todos los adsorbentes

| Tiempo de almacenamiento (meses) | Polifenoles promedio ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) |
|----------------------------------|--|
| 0                                | 222a   |
| 1                                | 217a   |
| 2                                | 171b   |
| 3                                | 190c   |
| 4                                | 233d   |
| 5                                | 243e   |
| 6                                | 256f   |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

Sin embargo, es necesario destacar que la especie de dióxido de azufre que brinda tales efectos es el dióxido de azufre molecular. La cantidad de este en el medio depende de la concentración de dióxido de azufre libre y el pH del vino. Una concentración de 0,8ppm de dióxido de azufre molecular es adecuada para proporcionar la protección antioxidante y bacteriana necesaria para garantizar la inocuidad y calidad de los vinos (17).

En la figura 2 se presenta el contenido de dióxido de azufre libre. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) respecto al tiempo, adsorbente y la interacción. En el último mes de estudio, el vino tratado con el quitosano de elaboración propia y comercial registraron el mayor valor de dióxido de azufre libre (38mg·L<sup>-1</sup>).

Zunini (2009) establece que una concentración dióxido de azufre libre de 22 ppm y un pH de 3,2 permite obtener una concentración de 0,8ppm de dióxido

de azufre molecular. Como se observa en la Figura 2, los valores de dióxido de azufre libre obtenidos oscilan entre 20-40 mg·L<sup>-1</sup>, esto aunado al rango de pH encontrado en la investigación, el cual está entre 2,8-3,8 permite inferir que es factible la obtención de una concentración de 0,8ppm de dióxido de azufre molecular, la cual garantiza oxidaciones y el desarrollo de bacterias que puedan promover la aparición de un olor intenso y desagradable en el vino (5, 33). En el Cuadro 3, la prueba de media para la variable dióxido de azufre libre según el adsorbente tomando los 6 meses de almacenamiento, arrojó que existen diferencias significativas ( $Pr \leq 0,05$ ). Así mismo, el tiempo de almacenamiento considerando todos los adsorbentes, influyó en el contenido de dióxido de azufre libre en el vino blanco (Cuadro 4).

**Dióxido de azufre total:** En la figura 3 se muestra el contenido de dióxido de azufre total.

### Cuadro 3

Prueba de media para la variable dióxido de azufre libre según el adsorbente durante el periodo de almacenamiento

| Adsorbente           | Dióxido de azufre libre promedio (mg/L) |
|----------------------|---|
| Control              | 30 <sup>ab</sup>                        |
| Caseinato de potasio | 29 <sup>ab</sup>                        |
| Quitosano elaborado  | 30 <sup>b</sup>                         |
| Quitosano comercial  | 28 <sup>a</sup>                         |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).



**Cuadro 4**

Prueba de media para la variable dióxido de azufre libre según el tiempo considerando todos los adsorbentes.

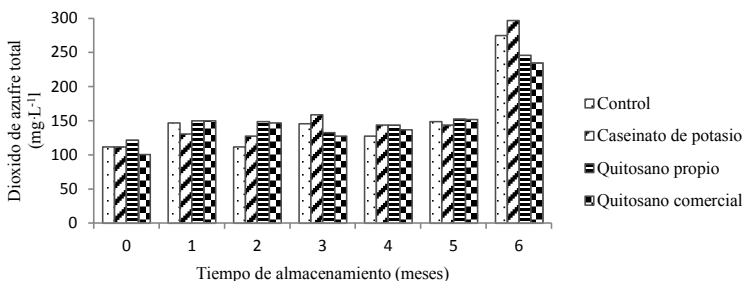
| Tiempo de almacenamiento (meses) | Dióxido de azufre libre promedio (mg/L) |
|----------------------------------|---|
| 0                                | 26a                                     |
| 1                                | 31b                                     |
| 2                                | 29b                                     |
| 3                                | 26a                                     |
| 4                                | 30b                                     |
| 5                                | 29b                                     |
| 6                                | 35c                                     |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas respecto a las variables tiempo, adsorbente y la interacción ( $p < 0,01$ ). Los valores presentaron fluctuaciones en el rango de 101-297  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  durante el período de evaluación.

Se obtuvo que las concentraciones de este parámetro en el vino tratado con caseinato de potasio y en el vino control al mes 6 de almacenamiento (297 y 275  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de dióxido de azufre total,

respectivamente) superaron el rango establecido por las normas europeas y venezolanas para vinos blancos. El Reglamento de la comisión Europea nº 1622 /2000 (24) establece como valor máximo de dióxido de azufre total para vinos blancos 200-250  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y la Norma Venezolana COVENIN 3342 (7) un valor de 250  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Este aumento puede deberse a que en vino sulfitado existe un equilibrio entre el anhídrido sulfuroso combinado y



**Figura 3. Perfiles de medias del dióxido de azufre total en el vino**

libre, que se rige por las condiciones del medio y por las constante de disociación individuales de las sustancias combinadas con este compuestos con alto valor de constante de disociación pueden descombinarse y pasar a formar parte de la fracción libre. Una alta concentración de dióxido de azufre puede alterar el aroma y el sabor del vino, provocando una excesiva formación de sulfuro de hidrógeno y mercaptanos que puede incluso ser nociva para la salud del consumidor (21).

La prueba de comparación de media de Tukey para la variable dióxido de azufre total según el adsorbente considerando el periodo de almacenamiento arrojó diferencias significativas entre el vino control y los tratamientos. Los vinos tratados con caseinato de potasio y quitosano elaborado no presentaron diferencias significativas. Por otra parte, se observaron diferencias significativas del parámetro evaluado en

función del tiempo de almacenamiento considerando todos los adsorbentes (Cuadros 5 y 6).

**Catequina:** La catequina es un flavanol muy importante de la fracción fenólica de vinos blancos, está ligada al desarrollo del color amarillo, lo cual conlleva al pardeamiento durante el almacenamiento de este producto debido a la formación del catión xantilium (pigmento amarillo de absorbanza a 440nm) y la polimerización de quinonas de flavanol. Estos arreglos químicos pueden influir de manera muy marcada sobre el poder antioxidante del vino (27). En la Figura 4 se muestra el contenido de catequinas para el vino tratado con los distintos adsorbentes. El análisis de varianza mostró que el contenido de catequina depende de los factores tiempo, adsorbente y de la interacción entre ellos, observándose diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ). Al finalizar el período de estudio, el vino control

**Cuadro 5**

Prueba de media para la variable dióxido de azufre total según el adsorbente para todos los meses de almacenamiento

| Adsorbente           | Dióxido de azufre total promedio (mg/L) |
|----------------------|---|
| Control              | 153a                                    |
| Caseinato de potasio | 159b                                    |
| Quitosano elaborado  | 158b                                    |
| Quitosano comercial  | 150c                                    |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

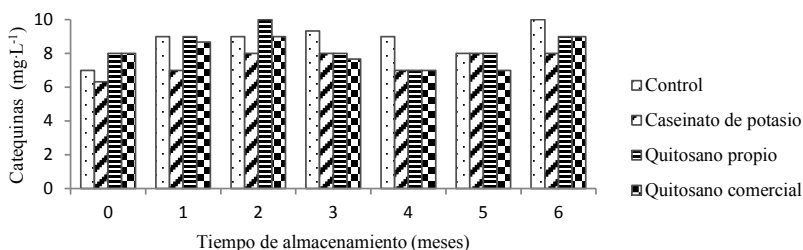
*Efecto del quitosano sobre la oxidación  
en vino blanco*

**Cuadro 6**

Prueba de media para la variable dióxido de azufre total según el tiempo considerando todos los adsorbentes

| Tiempo de almacenamiento<br>(meses) | Dióxido de azufre total promedio (mg/L) |
|-------------------------------------|---|
| 0                                   | 112a                                    |
| 1                                   | 145b                                    |
| 2                                   | 134c                                    |
| 3                                   | 141d                                    |
| 4                                   | 137e                                    |
| 5                                   | 149f                                    |
| 6                                   | 263g                                    |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).



**Figura 4. Perfiles de medias de catequinas en el vino**

presentó el mayor contenido de catequinas ( $10,00\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). En los dos primeros meses de almacenamiento se observa un aumento progresivo del contenido de catequinas, lo cual puede ser debido a la hidrólisis ácida de las procianidinas, desdoblándose en una molécula de catequina (flavan-3-ol) y otra molécula de catequinas activada también llamada carbocatión, que pueden unirse a diferentes compuestos nucleófilos. El proceso es reversible, así que

origina un conjunto de procesos de ruptura y recombinación de las procianidinas. Esta polimerización está favorecida por la temperatura y la ausencia de aire, generándose en los vinos almacenados en ambientes reductores como la botella. (32; 25).

En los meses 3 y 4 ocurrió una disminución de las catequinas en los vinos tratados con quitosano propio y comercial, pudo ser causado por la adsorción de catequinas por parte del quitosano,

debido a que el quitosano es un copolímero del tipo amino-polisacárido compuesto por D-gluco-samina y N-acetil-D-gluco-samina (poli(N-acetil-D-gluco-samina)) (1) y se comporta como un polielectrolito catiónico lineal a pH ácido (ya que posee una alta densidad de cargas positivas) lo que le permite adherirse fácilmente a superficies cargadas negativamente (3). El cuadro 7 presenta la prueba de media para la variable catequinas según el adsorbente durante todo el período de tratamiento. No se encontraron diferencias significativas entre el contenido de catequinas del vino tratado con quitosano de elaboración propia y el vino control y tratado con quitosano comercial ( $Pr \leq 0,05$ ), pero estos si difieren significativamente entre sí. Por otro lado, los valores obtenidos con caseinato de potasio difieren significativamente con todos los tratamientos. Los adsorbentes tuvieron un efecto sobre el

contenido de catequinas, siendo el vino control el que presentó mayor contenido de catequinas ( $8,71\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) considerando todos los meses de almacenamiento.

La prueba de media para la variable catequinas según el tiempo de almacenamiento con todos los adsorbentes, se muestra en el cuadro 8. No se encontraron diferencias significativas entre los tiempos 0 y 4 ( $Pr \leq 0,05$ ). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en el transcurso del tiempo, lo cual quiere decir que el contenido de catequinas varió durante el período de almacenamiento.

**Color:** Durante el almacenamiento progresan una serie de fenómenos que conllevan al desarrollo del color amarillo de los vinos blancos, como la degradación del ácido tartárico y la foto-iniciación de procesos oxidativos en presencia de trazas de Fe (III). La medición de la absorbancia a 420nm permite obtener una me-

### Cuadro 7

Prueba de media para la variable catequinas según el adsorbente considerando todos los meses de almacenamiento

| Adsorbente           | Catequinas promedio ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) |
|----------------------|---|
| Control              | 8,71a   |
| Caseinato de potasio | 7,52b   |
| Quitosano elaborado  | 8,43ac  |
| Quitosano comercial  | 8,14c   |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

**Cuadro 8**

Prueba de media para catequinas según el tiempo de almacenamiento considerando todos los adsorbentes

| Tiempo de almacenamiento (meses) | Catequinas promedio (mg.L <sup>-1</sup> ) |
|----------------------------------|---|
| 0                                | 7,33a                                     |
| 1                                | 8,33b                                     |
| 2                                | 9,08c                                     |
| 3                                | 8,25b                                     |
| 4                                | 7,42a                                     |
| 5                                | 7,83ab                                    |
| 6                                | 9,17c                                     |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

dida del nivel de color amarillo-pardo en vino blancos (20). La Figura 5 muestra los perfiles de medias para la intensidad de color del vino. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) para el tiempo, estabilizante y la interacción. Los valores variaron entre 0,09 y 0,20 a 420 nm. Al final del periodo de evaluación el vino tratado con caseinato de potasio y quitosano de elaboración propia presentaron los valores más bajos de color, 0,15 y 0,16 Abs a 420 nm. Las variaciones de color se producen por las reacciones reversibles de óxido-reducción de los polifenoles y otros compuestos que provocan la constante ruptura y formación de compuestos que evolucionan a formas pigmentadas. El vino tratado con quitosano comercial y el vino control

presentaron valores de color más elevado, 0,19 y 0,18, respectivamente. La disminución del color en el vino tratado con caseinato de potasio puede explicarse por la adsorción de compuestos fenólicos y catequinas principales responsables del color de los vinos blancos (4).

El cuadro 9 muestra la prueba de media para la variable color según el adsorbente durante el periodo de almacenamiento, observándose que los valores obtenidos para el vino control y el vino tratado con caseinato de potasio, no presentan diferencias significativas entre sí. Sin embargo, difieren significativamente de los valores obtenidos para los vinos tratados con quitosano propio y comercial según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ) indicando que existen diferencias significativas entre los

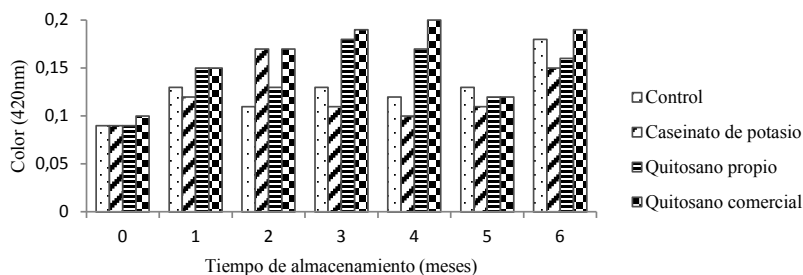


Figura 5. Perfiles de medias sobre la medida del color del vino

### Cuadro 9

Prueba de media para la variable color según el adsorbente para todos los meses de almacenamiento.

| Adsorbente           | Color promedio (absorbancia 420 nm) |
|----------------------|-------------------------------------|
| Control              | 0,13a                               |
| Caseinato de potasio | 0,13a                               |
| Quitosano elaborado  | 0,14b                               |
| Quitosano comercial  | 0,16c                               |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

tratamientos. Además, se observó un efecto significativo ( $Pr \leq 0,05$ ) del tiempo de almacenamiento sobre el color en el vino blanco (Cuadro 10), por lo que se infiere que el color varió durante el período de almacenamiento.

### CONCLUSIONES

Los adsorbentes empleados tuvieron un efecto altamente significativo sobre el contenido de polifenoles y catequinas en el vino blanco, principales compuestos responsables de la oxidación. En este sentido, el quitosano co-

mercial y de elaboración propia adsorbieron mayor contenido de polifenoles mostrando su afinidad con los compuestos fenólicos y aportando estabilidad al vino.

Los adsorbentes empleados afectaron el contenido de dióxido de azufre libre y total en el vino, manteniéndose dentro del rango establecido. El vino tratado con quitosano registró el mayor valor de  $SO_2$  libre. Por otra parte, el color en el vino varió durante el período de almacenamiento. Los vinos tratados con caseinato de potasio y quitosano elaborado presentaron los menores valores de color.

**Cuadro 10**

Prueba de media para la variable color según el tiempo de almacenamiento considerando todos los adsorbentes

| Tiempo de almacenamiento (meses) | Color promedio (absorbancia 420 nm) |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 0                                | 0,09 <sup>a</sup>                   |
| 1                                | 0,14 <sup>b</sup>                   |
| 2                                | 0,14 <sup>b</sup>                   |
| 3                                | 0,17 <sup>c</sup>                   |
| 4                                | 0,15 <sup>b</sup>                   |
| 5                                | 0,12 <sup>d</sup>                   |
| 6                                | 0,17 <sup>c</sup>                   |

Media con igual letra no difieren significativamente según Tukey ( $Pr \leq 0,05$ ).

Esta investigación contribuye a la industria vinícola al aportar un adsorbente de económica obtención que compita con los empleados tradicionalmente. Así mismo, la disposición de los desechos generados por la industria camaronera permitirá mitigar su impacto ambiental

**AGRADECIMIENTO**

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, CONDES, de la Universidad del Zulia el financiamiento a esta investigación.

**LITERATURA CITADA**

- (1) Amaro, M.; Santoni, M.; Matos, M.; Müller-Karger, A.; Nicola, H.; Sabino, M. Müller, A.J. 2007. Desarrollo de prótesis de núcleo pulposo - Modelo de elementos finitos de una unidad funcional de la columna vertebral y caracterización de material. IV Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biodérmica, CLAIB. Soluciones de Bioingeniería para la Salud en América Latina. Venezuela. 18: 681-685.
- (2) Amerine, M. Ough, C. 1976. Análisis de vinos y mostos. España. Editorial Acribia. 13-143.
- (3). Bautista, S.; Hernández, M.; Bosquez, E. 2004. Growth inhibition of selected fungi by chitosan and plant extracts. Revista mexicana de fitopatología. 22(2):178-186.
- (4) Berradre, M.; Páez, G.; Ramones, E.; Mármol, Z y Ferrer, J. 2007. Control de oxidación de vinos blancos obtenidos bajo condiciones tropicales. Revista Técnica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. 24(1):133-153.
- (5) Blouin, J. y Peynaud, É. 2004. Enología práctica: Conocimiento y elaboración del vino. 4ta Edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid. España. 63-70, 80, 101, 119, 120, 127, 128, 130, 141, 144, 181-184, 240-245.

- (6) Cho, Y.; No H. Meyers, P. 1998. Physicochemical characteristics and functional properties of virus commercial chitin and chitosan products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 3839-3643.
- (7) Norma Venezolana COVENIN 3342:1997. Vino y sus derivados. Requisitos. 5pp.
8. Flanzky, C. 2003. *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. 2da Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa. 50-51, 209, 121-122, 155, 177, 218-219, 370, 374-376, 503.
- (9) Flores, D. 2011. Efecto del color de la botella de vidrio sobre la composición química de un vino del *cv. sauvignon blanc* durante su almacenamiento. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 78p
- (10) Gacén, J.; Gacén, I. 1996. Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles. *Boletín Intexter (UPC)*. 11067-71.
- (11) García, J.; Xirau, M. Azorín, R. 2005. Técnicas usuales de análisis en enología. *Panreac Química, S.A.* 34: 36-38.
- (12) García, T. Roca, J. 2008. Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en ungüento con efecto cicatrizante. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*. 11(2): 24-32.
- (13) Hernández, H.; Águila, E.; Flores, O.; Viveros, E.; Ramos, E. 2009. Obtención y caracterización de quitosano a partir exoesqueletos de camarón. *Superficies y Vacío*. 22 (3) 57-60.
- (14) Hurtado de Barrera, J. 2008. El proyecto de investigación. *Comprensión holística de la metodología y la investigación*. Ediciones Quirón-Sypal. Caracas, Venezuela. p. 108, 109, 123, 149.
- (15) Horwitz, W. 1990. *Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). Official methods of analysis*. Fifteenth Edition. Vol.2. Arlington Virginia. Cap. 28.739.
- (16) INSOPESCA. 2010. *Comparativo de Producción Pesquera Nacional*. (Ton). [On-line]. Disp. en: [http://www.insopesca.gob.ve/files/Produccion\\_pesquera\\_nacional.pdf](http://www.insopesca.gob.ve/files/Produccion_pesquera_nacional.pdf). Consultado 4-2014.
- (17) Makhotkina O. y Kilmartin P. 2009. Uncovering the influence of antioxidants on polyphenol oxidation in wines using an electrochemical method: Cyclic voltammetry. *Journal of Electroanalytical Chemistry* 633:165-174
- (18) Mármol, Z.; Cardozo, J.; Carrasquero, S.; Páez, G.; Chandler, C.; Araujo, K.; Rincón, M. 2009. Evaluación de polifenoles totales en vino blanco tratado con quitina. *Revista Técnica de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. 26 (3) 423-442.
- (19) Mármol, Z.; Páez, G.; Rincón, M.; Araujo, K.; Aiello, C.; Chandler, C.; Gutiérrez E. 2011. Quitina y Quitosano Polímeros Amigables. Una Revisión de sus Aplicaciones. *Revista Tecno-Científica de la Universidad Rafael Urdaneta*. 1:153-58.
- (20) Maury, C., Clark A. y Scollary G. 2010. Determination of the impact of bottle



*Efecto del quitosano sobre la oxidación  
en vino blanco*

- colour and phenolic concentration on pigment development in white wine stored under external conditions. *Analytica Chimica Acta* 660: 81-86.
- (21) Mendoza C.; Jaime; H. 2010. Uso de la tecnología de membrana en la clarificación de los vinos. *Revista de la publicación: Reciteia Editorial Cali-Colombia*.10 ( 2) 26-32.
- (22) Montgomery, D.; Runger, G. 2003. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería. Segunda edición en español. México.McGraw Hill.
- (23) Oberholster, A. 2004. Effect of viticultural and winemaking practices on the phenolic composition on grapes and wines, part 2, *Wynland* 64-67.
- (24) Reglamento de la comisión Europea nº 1622 /2000. 2007. Capítulo II. Límites y condiciones específicas. Artículo 19.Contenido de anhídrido sulfuroso. p.12
- (25) Ribéreau-Gayon, P.; Dubourdieu, D.; Donèche, B.; Lonvaud, A. 2006. Handbook of Enology. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. Vol 2, 2nd Edición. Editorial John Wiley&Sons. Inglaterra. 144, 174, 199-201, 319, 320, 323, 329, 330.
- (26) Salazar, P. 1999. Obtención de quitina a partir de residuos de camarón. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa, Mexico D.F.
- (27) Sioumis, N., Kallithraka S., Makris D. y Kefalas P.. 2006. Kinetics of browning onset in white wines: influence of principal redox-active polyphenols and impact on the reducing capacity. *Food Chemistry* 94: 98-104.
- (28) Spagna, G., Barbagallo, R.; Pifferi, P.G. 2000. Fining treatments of white wines by means of polymeric adjuvants for their stabilization against browning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(10):4619-4627.
- (29) Spagna, G.; Pifferi, P. G.; Rangoni, C.; Mattivi, F.; Nicolini, G; Palmonari, R. 1996. The stabilization of white wines by adsorption of phenolic compounds on chitin and chitosan. *Food Research International*. 29(3-4) 241-248.
- (30) SPSS Statistics. Version 20.0.
- (31) Surayanarayana S.; Yashoddna K.; Matendrakka N. Andputtaajappa P. 1987. Deacetylation of chiton of low by a novel alcali impregnation technique. *Rev. Indian Journal of technology*. 25: 194-196.
- (32) Zamora, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Editoriales AMV ediciones y ediciones Mundi prensa. España. 15-18.
- (33) Zunini, J. 2009. Anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) y su importancia en la industria del vino. *Indualimentos* 58 (Julio/Agosto). Disponible en: [http://www.hannachile.com/cic/descargas/doc\\_download/1911-anhidrido-sulfuroso-so4-y-su-importancia-en-la-industria-del-vino.09/07/](http://www.hannachile.com/cic/descargas/doc_download/1911-anhidrido-sulfuroso-so4-y-su-importancia-en-la-industria-del-vino.09/07/) 2014.