

## **Comparación de tres metodologías para la captación de sulfitos en camarones tratados con metabisulfito de sodio**

Edgar Osiris Carranza Espinal<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

La industria acuícola en la zona sur pretende incrementar la comercialización de camarón entero en los mercados norteamericano y europeo, castigando fuertemente los camarones con melanosis o con residuos de sulfitos superiores a 100 ppm, respectivamente.

La melanosis consiste en el desarrollo de una coloración negruzca en el exoesqueleto del camarón. El metabisulfito de sodio (MBS) inhibe la formación de melanosis. Para detectar residuos de sulfitos en camarones tratados con MBS se emplean los métodos de cintas colorimétricas, titulación con iodometría y titulación con Monier-Williams (M-W).

Los objetivos del estudio fueron evaluar los métodos para detectar sulfitos en camarones tratados con MBS y determinar la cantidad de sulfitos detectados con el procedimiento M-W a diferentes tiempos de destilación.

Se seleccionaron camarones de un estanque de producción, según las características de textura del exoesqueleto, que fueron sometidos a baños de 0.5 % y 1.0 % de MBS. También se determinaron las concentraciones de sulfitos y el desarrollo de melanosis durante ocho semanas de almacenamiento a -18°C.

El método de cintas colorimétricas no tiene precisión para detectar sulfitos en los camarones, el método M-W detectó más sulfitos que la iodometría ( $P < 0.004$ ). Se encontraron correlaciones altamente significativas con el método M-W entre los sulfitos detectados después de cada tiempo de destilación ( $P < 0.001$ ). Los camarones tratados con MBS mostraron una reducción de sulfitos a lo largo de ocho semanas de almacenamiento ( $P < 0.04$ ).

El método M-W mostró ser el más preciso en la detección de sulfitos. Según los resultados del ensayo, se puede acortar el tiempo de destilado en el método M-W para detectar adecuadamente los residuos de sulfitos en el camarón. Los

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Pacífico, Departamento de Acuicultura y Biología Marina. Correo electrónico: edgar.carranza@unah.edu.hn

camarones tratados con MBS presentaron menos melanosis ( $P < 0.02$ ) que los no tratados durante ocho semanas de congelamiento.

*Palabras clave: Cintas cintas colorimétricas, iodometría, MBS, melanosis, Monier-Williams.*

## **ABSTRACT**

The aquaculture industry in southern aims to increase the marketing of whole shrimp in North American and European markets, strongly punishing shrimp with melanosis or higher sulfite residues 100 ppm, respectively.

Septoria involves developing a black discoloration in the exoskeleton of shrimp. Sodium metabisulfite (MBS) inhibits the formation of melanosis.

For residues of sulfites in shrimp treated with MBS tapes employ colorimetric methods, titration and titration iodometrically Monier-Williams (MW).

The objectives of the study were to evaluate methods to detect sulfites in shrimp treated with MBS and determine the amount of sulfites detected with the procedure MW at different times distillation.

Were selected from a pond shrimp production as texture features of the exoskeleton who underwent 0.5 % baths and 1.0 % of MBS. The concentrations of sulfites and melanosis development for eight weeks of storage at-180C.

The tape method is not accurate colorimetric detection sulfites shrimp the MW method that sulfites detected more iodometrically ( $P < 0.004$ ). Highly significant correlations were found with MW between sulfites method detected after each distillation time ( $P < 0.001$ ). MBS shrimp treated with sulfites showed reduced along eight weeks of storage ( $P < 0.04$ ).

MW method was shown to be more accurate in the detection of sulfites. According to the test results can shorten the time of distillate in the method for detecting MW sulfite waste properly in shrimp. The MBS-treated shrimp melanosis had fewer ( $P < 0.02$ ) than untreated freezing for eight weeks.

*Keywords: Tapes colorimetric iodometrically, MBS, melanosis, Monier-Williams*

## INTRODUCCIÓN

El camarón cultivado en Honduras constituye el tercer rubro de exportación más importante, con 211 millones de dólares al año y genera alrededor de 35,000 empleos directos (Andah, 2012).

Esta industria comercializa camarón cola y el camarón entero en los mercados de Norteamérica y Europa, producto que debe ser de alta calidad, ya que se castiga fuertemente el valor y la aceptación por los consumidores del camarón con presencia de melanosis.

La melanosis consiste en una coloración negruzca sobre la cutícula del camarón, que se produce por la reacción enzimática de la polifenol oxidasa (PFO) (Ragan, 2011). La melanosis se presenta en todas las especies de camarones.

La PFO se activa de 18 a 20 horas después del muerte del camarón (Traister, 2011). La melanosis se extiende sobre el camarón desde la cabeza hasta la cola, ramificándose por las extremidades.

Para que se desarrolle melanosis debe existir la PFO y un ambiente con alto pH alto, una alta temperatura y la exposición a la luz y el oxígeno molecular pueden reducir la incidencia de melanosis controlando estos factores (Otell, Garrido, Garrido & Berner, 2010). La melanosis se considera como una mancha y no como una alteración bacteriana que puede perjudicar la salud humana (Córdova, 2010).

La industria camaronera utiliza el descabezado y el tratamiento de frío para evitar la melanosis (Avdalov, 2009). El descabezado consiste en la eliminación manual del cefalotórax que contiene órganos internos y enzimas digestivas del camarón. El tratamiento de frío retarda la actividad de la PFO, pero no previene la melanosis (Miget, 2010).

El descabezado representa un mayor costo de producción porque tiene un valor menor en el mercado internacional que el camarón entero, aunque la mayor demanda es hacia el camarón sin cabeza (Soto, 2012).

El camarón entero tiene un mayor valor comercial, los costos de producción son menores y para prevenir la melanosis, los camarones son tratados con metabisulfito de sodio (MBS) durante la cosecha (Avdalov, 2009). El MBS es utilizado en la industria alimenticia como conservador de frutas, verduras, carnes, mariscos y alimentos conservados (Dengate, 2012). Su fórmula química es

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , tiene un pH de 3.5 -5.0 y una solubilidad en agua de 470 gramos por litro a 20 grados centígrados 200C. En los camarones tratados con MBS se inhibe la enzima de la PFO responsable del desarrollo de la melanosis (Jegtvins, 2013).

Los productores, al cosechar camarones enteros, reciben un baño con MBS, controlando así la concentración del MBS, la temperatura y el tiempo de inmersión. En la industria camaronera la metodología tradicional de inmersión en MBS para el tratamiento de camarón entero consiste en la preparación de una solución con 100 kilogramos de MBS en 500 litros de agua a temperatura ambiente en tanques o pilas, si se quiere alcanzar concentraciones de sulfitos pretende con diluciones de sulfitos en el tejido del camarón, de acuerdo al reglamento vigente en el mercado europeo (Avdalov, 2009).

Actualmente, los mayores agroexportadores de camarón cultivado disponen de metodologías para preservar el camarón entero, lo que involucra baños en una solución de MBS. El producto cosechado es colocado en recipientes de 1000 litros con agua a una solución del 3 % de MBS y con una temperatura inferior a 5°C. El baño dura 30 segundos. El producto es depositado en otro recipiente hermético de 1000 litros, llenos con agua, hielo y preparados con una solución del 0.5 % de MBS (Otwell, Garrido, Garrido & Berner, 2011). Los camarones cosechados son transportados a la planta de procesamiento en esos recipientes.

Desde el estanque cosechado a la planta de empaque, el camarón absorbe MBS durante un promedio de 6 a 12 horas. Este manejo permite obtener concentraciones de 100 ppm de MBS en el tejido del camarón al momento de su consumo, que son aceptadas por la Food and Drug Administration (USFDA) y por el Consejo de la Unión Europea (Otell, 2010).

Las concentraciones de sulfitos en el tejido del camarón son determinadas a través de métodos estándares de laboratorio: M-W, Kjeldahl, ilodometría y las cintas colorimétricas. El método M-W es el más preciso, pero requiere más tiempo para analizar una muestra, el equipo es complejo y los reactivos químicos son más costosos que los otros métodos. El método Kjeldahl permite analizar a través de la destilación una o más muestras al mismo tiempo, es más económico que el M-W, aunque es menos preciso (Cárcamo, 2012).

El procedimiento de ilodometría consiste en la titulación de una muestra de camarón macerada; es rápida y sirve para mantener la concentración adecuada del MBS durante el proceso (Álvarez, 2000). Las cintas colorimétricas determinan a nivel de campo las concentraciones presuntivas de sulfitos en el camarón; la cinta es

sumergida en la concentración o el tejido con sulfito y la tonalidad de color indica la concentración de sulfito (Cárcamo, 2012).

Sin embargo, aunque se usan estas metodologías, se carece de un estudio que las compare en cuanto a su precisión para detectar residuos de sulfitos en camarones enteros tratados con metabisulfito de sodio para la industria acuícola de la zona sur, de modo que se optimice el manejo de concentraciones de sulfitos para el tratamiento de los camarones en la cosecha.

## **OBJETIVOS**

### *Objetivo general*

Comparar tres metodologías de laboratorio para detectar de los residuos de sulfitos ( $\text{SO}_2^-$ ) en camarones enteros tratados con dos concentraciones de metabisulfito de sodio en función al del tiempo de almacenamiento para optimizar el manejo de los sulfitos durante el procesamiento del camarón entero.

### *Objetivos específicos*

1. Observar la cantidad de residuos de sulfitos detectada en camarones tratados con MBS utilizando el método de Monier-Williams con tres tiempos diferentes de destilación.
2. Observar el desarrollo de la melanosis en camarones enteros tratados con MBS en función del tiempo de almacenamiento a 18 grados centígrados bajo cero.

## **METODOLOGÍAS**

### *Entorno*

El estudio se realizó en el laboratorio de microbiología de La Empacadora San Lorenzo, ubicado en el municipio de San Lorenzo, Valle. Los camarones fueron tratados con dos concentraciones de MBS en la cosecha de camarón entero, en una finca camaronera ubicada en el departamento de Choluteca.

### *Diseño*

Se obtuvieron 11 kg de camarones vivos, con un peso promedio de 10.6 gramos, de

un estanque de producción. La selección del estanque para obtener los camarones se realizó a partir de las características de textura del exoesqueleto establecidas para la cosecha comercial de camarón entero, las que están definidas en cinco categorías que son: muda (M), blando 3 (B3), blando 2 (B2), blando 1 (B1) y duro (D). Una cosecha comercial de camarón entero debe contar con los niveles de textura de 6 % M, 9 % B3, 15 % B2, 25 % B1 y 60 % D (ver anexo 1).

La muestra recolectada de camarones se dividió en tres submuestras. La primera fue de 2 kg y no recibió ningún tratamiento de MBS, las otras dos fueron de 4.5 kg cada una y fueron tratadas con MBS, que consistió en un baño de 30,000 ppm de MBS durante 30 segundos. Para preparar el baño se usaron, dentro un recipiente, 72 litros de agua con hielo hasta alcanzar una temperatura inferior a 5 °C y se adicionó 2.16 kg de MBS.

Los camarones tratados se almacenaron en porciones iguales en dos hieleras de 0.20 metros cúbicos y se distribuyó en tres capas uniformes de camarones y hielo. Se agregaron soluciones de MBS de 1.0 % y 0.5 % a cada hielera, manejando una porción de hielo, una porción de camarón y dos porciones de la solución de MBS.

El hielo se colocó en bolsas plásticas para evitar el contacto con la solución de MBS, el agua del hielo contenía hipoclorito de sodio y este inactiva los iones de azufre del MBS. Las submuestras de las hieleras se dividieron en tres porciones y se almacenaron a -18 °C en un cuarto frío de la Planta Empacadora San Lorenzo.

Para desarrollar el estudio se hicieron siguieron las siguientes etapas: (1) comparación de tres métodos de detección de residuos de sulfitos ( $\text{SO}_2^-$ ) en función del tiempo de almacenamiento; (2) determinación de residuos de sulfitos a diferentes tiempos de destilación con el método Monier-Williams; y (3) determinación del grado de desarrollo de melanosis en los camarones durante ocho semanas de almacenamiento.

#### *Comparación de tres métodos de detección de residuos de sulfitos ( $\text{so}_2^-$ ) en función del tiempo de almacenamiento*

Se compararon los residuos de sulfitos detectados con los métodos de las cintas colorimétricas, iodometría (IM) y M-W en muestras de camarón tratados con 0.5 % y 1 % MBS. Se realizaron cuatro repeticiones por cada método de detección de sulfitos y se evaluaron los residuos a las semanas 1, 6 y 8 después del tratamiento de MBS.

Se revisaron 150 gramos de camarón por cada réplica y por cada tratamiento de MBS. Con el método de cintas colorimétricas se hizo la evaluación de residuos de sulfitos en las branquias del camarón. La detección de sulfitos consiste en comparar el color de la banda colorimétrica con la escala presuntiva de concentraciones de sulfitos que son de 0, 10, 40, 80, 180 y 400 ppm.

Con el método de iodometría se utilizaron 150 gramos de muestra para cada detección de sulfitos, el método consiste en macerar el camarón con MBS para liberar los sulfitos retenidos en el tejido del camarón. Del tejido macerado se extraen 10 mililitros a los que se adiciona ácido clorhídrico, solución de almidón y yodo (63N). La solución de yodo se aplica hasta obtener un color azul oscuro en la solución.

El ácido clorhídrico dispone a los sulfitos para que reaccionen con el yodo, depende de la cantidad de los residuos de sulfitos. Al consumirse los sulfitos, el yodo reacciona con el almidón generando la coloración azul que indica el final de la titulación (Cárcamo, 2012).

Con el método de M-W se utilizaron 100 gramos de camarón para cada unidad de análisis del experimento, el método consiste en una destilación del tejido del camarón para liberar los sulfitos del tejido y la muestra de camarón es titulada con hidróxido de sodio para determinar la concentración de sulfitos en ppm al final del proceso. El tejido de camarón es ingresado en un balón separador adicionando agua destilada, ácido clorhídrico y alcohol etílico, los cuales desnaturalizan el tejido y liberan los sulfitos.

La muestra es calentada a 100 °C durante 125 minutos, demorando 20 minutos para llegar a la ebullición; este proceso se desarrolla en un ambiente libre de oxígeno, el cual es sustituido por nitrógeno puro para evitar que los sulfitos liberados reaccionen con el oxígeno y no sean detectados. Los sulfitos libres son conducidos del balón separador hasta la trampa de sulfitos donde son capturados. Después de 105 minutos de ebullición se retira el líquido de la trampa de sulfitos y se titula con el hidróxido de sodio para calcular la concentración de sulfitos detectados en la muestra.

#### *Determinación de residuos de sulfitos a diferentes tiempos de destilación con el método M-W*

Para reducir el tiempo de destilación con el método de M-W, se detectaron residuos de sulfitos a los 35, 70, 90 y 105 minutos de destilación. Se usaron cuatro repe-

ticiones para cada tiempo de destilado y cada muestra de camarón tratado con MBS. Cada muestra consistió en tejido abdominal de camarón cortado en varios pedazos, siendo de 50 gramos el peso de la muestra analizada.

*Grados de desarrollo de la melanosis*

En el grado de desarrollo de melanosis en los camarones enteros tratados con 0.5 % y 1.0 % de MBS y camarones sin MBS almacenados a -18 °C, se evaluó la presencia de melanosis a la primera, sexta y octava semana después de la cosecha. En cada evaluación se observaron 100 camarones por cada tratamiento (0.5 % y 1.0 % de MBS y sin MBS). Se usó la escala de melanosis en 0 a 10 grados desarrollada por Otwell y Marshall (1986) (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de desarrollo de melanosis en camarones y grado de aceptabilidad del mercado

Grados de melanosis	Grados	Aceptabilidad
0 2 4	1	Producto aceptable
6 8	2	Producto devaluado
10	3	Producto no aceptables

Fuente: Otwell y Marshall, University of Florida, 1986.

Los grados de melanosis se clasifican en:

- 0 melanosis ausente
- 2 melanosis suave en rostrum y urópodos
- 4 melanosis suave en rostrum, uropódosuropodos, cefalotórax y períopodos
- 6 melanosis moderada en rostrum, uropódosuropodos, cefalotórax, períopodos y pleópodos
- 8 melanosis severa en rostrum, uropódos, cefalotórax, períopodos períopodos y pleópodos
- 10 melanosis severa y pronunciada en el cefalotórax y abdomen, con apéndices arrugados

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la comparación de los tres métodos de detección de sulfitos se usó el modelo estadístico de medidas repetidas en el tiempo y la comparación múltiple de medias de diferencia mínima significativa (DMS) al 0.05 de error.

Se usó el análisis de regresión cuadrática para predecir los sulfitos detectados a los cuatro tiempos de destilado con el método de M-W y se usó el diseño estadístico de medidas repetidas en el tiempo. Se analizó la incidencia de melanosis en camarones de cada grupo tratado y los testigos con el diseño factorial de 3x3x3 y DMS como prueba de medias. Los datos fueron analizados con el software estadístico Infostat®2011.

## RESULTADOS

En general, se detectaron concentraciones superiores en 67 % de sulfitos en los camarones tratados con 1.0 % de MBS, que en los camarones tratados con 0.5 % (P <0.001). Con la metodología de las cintas colorimétricas, no hubo variación en los resultados, consecuentemente, esta metodología no proporciona una precisión adecuada para detectar sulfitos en muestras de camarón (ver cuadro 2).

Álvarez (2000) encontró que el método M-W detecta 58 % más de sulfitos en camarón que el método de IM. En este trabajo, los resultados obtenidos con los métodos IM y M-W coinciden más en el análisis de camarones tratados con 0.5 % de MSB. En ambos tratamientos de MBS la detección de sulfitos en los camarones con el método de IM fue inferior a las 100 ppm.

Cuadro 2. Residuos de sulfitos de dos soluciones de MBS obtenidos con tres métodos de detección después de ocho semanas de almacenamiento a -18°C

Concentración de MBS	Método de detección	ppm	C.V. (%)
0.5 %	Cintas	400.0 a	0
	M-W	93.2 b	17.2
	Iodometría	13.5 c	40.8
1.0 %	Cintas	400.0 a	0
	M-W	215.2 b	17.4
	Iodometría	16.3 c	30.7

Fuente: Elaboración propia.

Los métodos de IM y M-W son aceptados oficialmente por la Food and Drug Administration (FDA) de los EE. UU. En camarones enteros congelados a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante seis semanas, la concentración de sulfitos disminuye hasta un 20.5 % del total original (Álvarez, 2000). No se detectó una disminución en la concentración de sulfitos en las muestras de camarón tratados con 0.5 % y 1.0 % de MBS y analizadas con el método de IM (ver cuadro 3).

Los resultados de los análisis de sulfitos con IM se mantuvieron constantes porque es un método poco sensible (Cáramo, 2012). Con el método de M-W se presentó mayor variación de los resultados debido a la precisión del método para detectar sulfitos y la posible variación de la capacidad de absorción de MBS entre los camarones.

Cuadro 3. Residuos de sulfitos obtenidos a la 1, 6 y 8 semanas post tratamiento de dos soluciones de MBS con tres métodos de detección

Concentración de MBS	Semanas de refrigeración	Método de análisis		
		Cintas*	M-W*	Lodometría
0.5 %	1	400.0 a	93.5 c	13.0 e
	6	180.0 b	88.3 c	18.0 d
	8	180.0 b	34.3 d	10.0 e
1.0 %	1	400.0 a	215.3 b	16.0 c
	6	180.0 b	265.7 b	18.0 c
	8	180.0 b	180.3 b	9.0 c

\*Valores seguidos por la misma letra, no son estadísticamente diferentes ( $P>0.05$ ).

El análisis con el método M-W con los camarones tratados con 1.0 % MBS indicó un incremento en la cantidad de sulfitos entre la primera y sexta semana de almacenamiento, luego la concentración de sulfitos en esta muestra se redujo a las ocho semanas de almacenamiento.

#### *Determinación de residuos de sulfitos a diferentes tiempos de destilación con el método M-W*

En las 24 muestras de camarón analizadas con el método M-W se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) para cada tiempo de destilado. La menor cantidad de sulfitos fue detectada a los 35 minutos de destilado, esta cantidad correspondió en promedio al 66.6 % del total de sulfitos capturados a los 105 minutos de destilado.

Las cantidades de sulfitos detectadas aumentaron en los tiempos de destilado. En promedio para los dos tratamientos con MBS, la cantidad adicional de sulfito detectada fue de 23.4 % a los 70 minutos, 8.1 % a los 90 minutos y 4.4 % a los 105 minutos. Con un mayor tiempo de destilado se observó menor variación en los resultados del análisis de sulfitos en las muestras (ver cuadro 4). El procedimiento oficial de M-W indica un tiempo de destilado de 105 minutos (FDA, 2013).

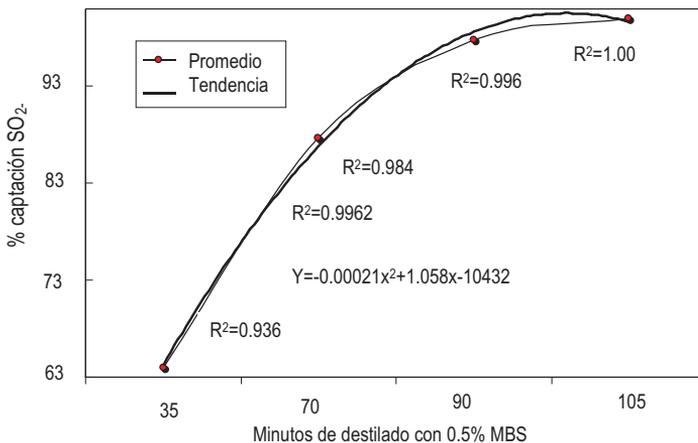
Cuadro 4. Detección de residuos y el porcentaje de captación de SO<sub>2</sub> (ppm) a diferentes tiempos de destilación con el método M-W

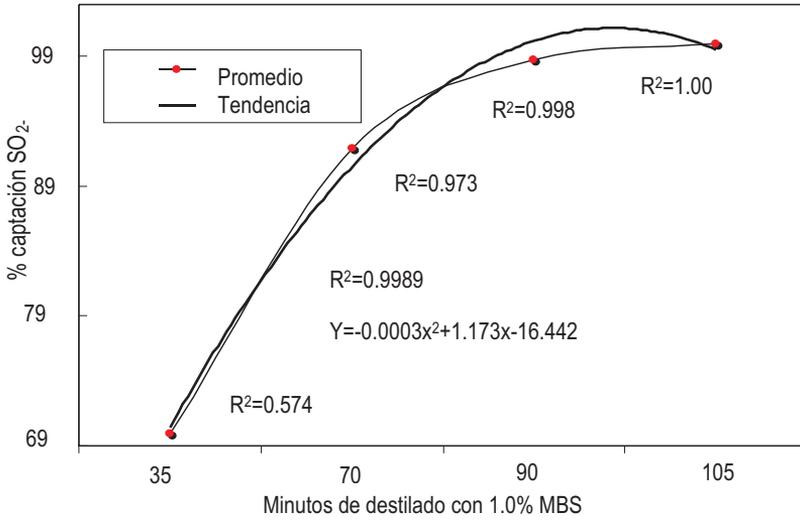
Tiempo destilado	0.5 % MBS		1.0 % MBS	
	ppm SO <sub>2</sub>	% captación	ppm SO <sub>2</sub>	% captación
35	47.3	65.8	148.5	67.4
70	16.0	88.1	54.0	91.9
90	6.8	97.5	15.2	98.8
105	1.8	100.0	2.6	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Con 90 minutos de destilado se obtuvo en promedio el 98 % de los sulfitos (ver figura 1). Este resultado sugiere que se debe estudiar más de la posibilidad de disminuir el tiempo de destilado para lograr una mayor eficiencia en la realización de los análisis, detectar sulfitos con M-W en camarones con tratados con MBS en menos tiempo indica una mayor eficiencia y ahorros para la industria en tiempo y recursos. Las correlaciones entre la cantidad de sulfitos detectadas y los tiempos de destilado en el método M-W fueron altamente significativas (P<0.001).

Figura 1. Porcentaje de captación de sulfitos con el método M-W a los 35, 70, 90 y 105 minutos de destilación en camarones tratados con 0.5 y 1% de MBS





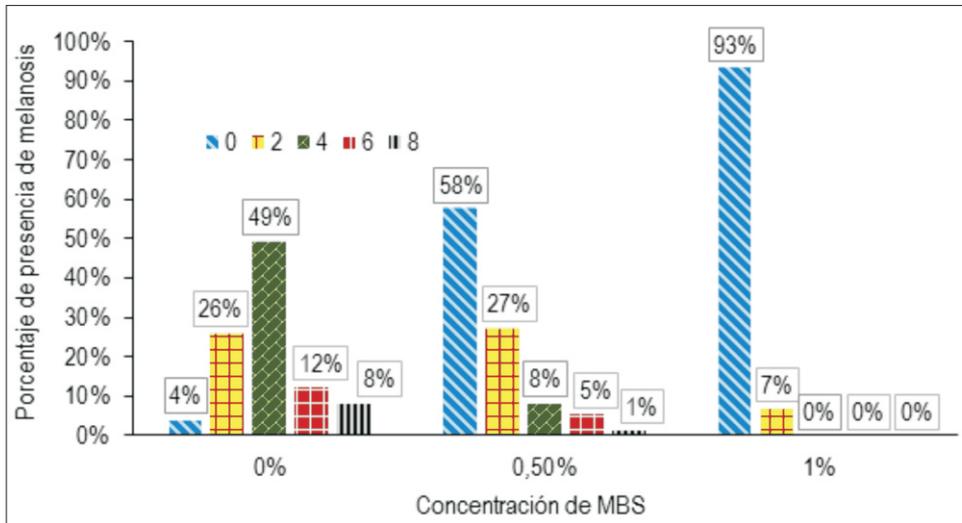
### Grados de desarrollo de melanosis

La presencia de melanosis en el camarón es fuertemente castigada en el mercado europeo (Miget, 2010). Los camarones que no fueron tratados con MBS desarrollaron un grado mayor de melanosis que los tratados y por su grado de melanosis no son aceptados para el mercado europeo (Traister, 2011).

Los camarones que recibieron baño de MBS a la cosecha y almacenados a  $-18^\circ\text{C}$  durante ocho semanas post-tratamiento, redujeron la presencia de melanosis (ver figura 2). Los camarones tratados con 1.0 % de MBS presentaron un control efectivo sobre la melanosis ( $P < 0.04$ ), pero superaron los niveles residuales de sulfitos permitidos en los mercados europeo y norteamericano a 231 ppm de  $\text{SO}_2$  en promedio.

Los camarones tratados con 0.5 % de MBS cumplieron con las exigencias del mercado (76 ppm de  $\text{SO}_2$ ), aunque presentaron un mayor desarrollo de melanosis a las ocho semanas de almacenamiento ( $P < 0.04$ ) que los tratados con 1.0 % de MBS (ver figura 2), la melanosis que desarrollaron con 0.5 % de MBS es suficiente para afectar negativamente su valor en el mercado meta.

Figura 2. Grados de melanosis en porcentajes, en camarones tratados con MBS después de ocho semanas de almacenamiento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$



## CONCLUSIONES

El método M-W fue más preciso para la detección de sulfitos que los métodos de iodometría y de las cintas colorimétricas ( $P < 0.001$ ). El método de cintas colorimétricas no mostró precisión para detectar residuos de sulfitos. Los camarones tratados con el 1 % de MBS mostraron al final de las ocho semanas de almacenamiento mayor cantidad de residuos de sulfitos que los tratados con el 0.5 % de MBS.

En el método M-W a 90 minutos de destilado se detectaron el 98 % de los sulfitos del tejido del camarón ( $R^2 = 0.99$ ), a los 70 minutos se logra capturar el 90 % ( $R^2 = 0.97$ ), por lo que es posible reducir el tiempo de destilación del método y predecir los sulfitos residuales del tejido del camarón detectados a los 105 minutos de destilación ( $y = -0.00021x^2 + 1.058x - 10432$ ).

A lo largo de ocho semanas de almacenamiento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la concentración de sulfitos disminuye en los camarones; las muestras tratadas con el 1 % de MBS casi no desarrollan melanosis, pero la concentración residual de sulfitos supera los límites permitidos de 100 ppm en los mercados europeos y norteamericano.

Los camarones tratados con 0.5 % MBS cumplieron con las exigencias del mercado

en cuanto al nivel de sulfitos, pero desarrollaron melanosis en niveles aceptables (0, 2 y 4 grados). Los camarones no tratados con MBS desarrollaron un grado mayor de melanosis que los tratados, el 20 % de los camarones no tratados con MBS desarrolló melanosis en la categoría de producto devaluado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. R. (2000). Evaluación de tres metodologías de tratamiento con metabisulfito de sodio en camarones enteros para prevenir melanosis. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- ANDAH. (2012). Boletín informativo de producción. Choluteca: Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras.
- Avdalov, N. (2009). Manual de control de calidad y manipulación de productos pesqueros para pescadores y procesadores artesanales. México: Infopesca.
- BCH. (2013). Honduras en cifras 2010-2012. Recuperado de: [http://www.bch.hn/download/honduras\\_en\\_cifras/hencifras2010\\_2012.pdf](http://www.bch.hn/download/honduras_en_cifras/hencifras2010_2012.pdf)
- Cárcamo, J. A. (2012). Utilización del metabisulfito de sodio como preservante en las camarónicas. Euroinnova formación. Recuperado de: <http://redsocialeducativa.euroinnova.edu.es>
- CIDEA. (2006). Buenas prácticas acuícolas en el manejo del cultivo del camarón. Managua, Nicaragua: Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos, Universidad Centroamericana.
- Córdova, J. H. (2010). Factores bioquímicos, enzimológicos y genéticos involucrados en la formación postmortem de melanina de camarón. Centro de Investigación Biológicas del Noroeste S.C. Recuperado de: <http://www.cibnor.mx>
- FDA. (2013). Official methods of analysis for sulfites Monier-Williams. U.S. Food and Drug Administration. Recuperado de: <http://www.accessdata.fda.gov>
- Láinez, J. M. (2013). Reducción del tiempo de destilación del método Monier-Williams para detectar sulfitos en camarón entero.
- Miget, R. (2010). Shellfish handling practices-shrimp and molluscs. Southern Regional Aquaculture Center. Recuperado de: <https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/222/>
- Ragan, D. L. (2011). ¿Por qué los sulfitos se deben mencionar en las etiquetas? North Carolina Department Agriculture and Consumer Services. Recuperado de: <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents>
- Steve Otell, L. G. (2010). Farm raised shrimp good aquaculture practices for product quality and safety. Aquatic Food Products Program, University of Florida, Sea Grant Program. Recuperado de: [http://s3.amazonaws.com/zanran\\_storage/pacrc.uhh.hawaii.edu/ContentPages](http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/pacrc.uhh.hawaii.edu/ContentPages)

/44762583.pdf

Traister, J. (2011). Sodium sulfite and shrimp. Livestrong.com. Recuperado de:  
<http://www.livestrong.com/article/533743-sodium-sulfite-and-shrimp>