



Facultad de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**COMPARACION DEL 4-HEXILRESORCINOL Y EL METABISULFITO DE SODIO
COMO INHIBIDORES DE LA MELANOSIS EN EL CAMARÓN ROSADO (*Penaeus
paulensis*) REFRIGERADO**

por

**Angela AZAMBUYO RODRIGUEZ
Lucia TRUJILLO IGLESIAS**

**TESIS DE GRADO presentada como uno
de los requisitos para obtener el título de
Doctor en Ciencias Veterinarias
Orientación: Higiene, Inspección,
Control y Tecnología de los Alimentos
de Origen Animal**

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2018**

PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de Mesa:

Segundo Miembro (Tutor):

Dra. Cristina Friss de Kereki

Tercer Miembro:

Cuarto Miembro (Co Tutor):

Dra. Graciela Fabiano

Quinto Miembro (Co Tutor):

Dra. Carina Galli

Fecha:

Autores:

Angela Azambuyo Rodríguez

Lucia Trujillo Iglesias

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el apoyo incondicional brindado en el transcurso de nuestra carrera, sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

A nuestros amigos y compañeros por ayudarnos y acompañarnos en todos los años de estudio, siempre con una palabra de aliento.

A nuestra tutora Dra. Cristina Friss de Kereki y co-tutora Dra. Graciela Fabiano por su compromiso, dedicación y aporte académico.

A la co-tutora Dra. Carina Galli por el apoyo constante y colaboración en las instancias prácticas.

A cada integrante de Instituto de Investigaciones Pesqueras por su continuo apoyo, compañerismo y buena disposición. Gracias por hacernos parte de esta gran familia.

Al personal de Biblioteca de Facultad de Veterinaria, por la incansable ayuda en la búsqueda bibliográfica.

A los pescadores artesanales del Departamento de Rocha por su buena receptividad y aporte de este trabajo.

A la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la Republica por darnos la oportunidad de formarnos como profesionales.

Finalmente, a todos aquellos, que de alguna manera u otra nos acompañaron durante todo el recorrido.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	5
1. RESUMEN.....	7
2. SUMMARY.....	8
3. INTRODUCCIÓN.....	9
3.1. Producción de camarón a nivel mundial.....	10
3.2. Producción de camarón a nivel nacional.....	11
3.3. Distribución.....	15
3.4. Ciclo vital.....	15
3.5. Características morfológicas.....	17
3.5.1. Ubicación taxonómica.....	18
3.6. Melanosis.....	20
3.7. Aditivos alimentarios.....	21
3.7.1. Metabisulfito de sodio.....	23
3.7.2. 4-Hexilresorcinol.....	24
4. OBJETIVOS.....	25
4.1. Objetivo general.....	25
4.2. Objetivos particulares.....	25
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
5.1. Tratamiento de las muestras y flujograma de proceso.....	26
5.2. Evaluación de las modificaciones en la calidad general y la coloración (melanosis).....	28
5.3. Entrevistas.....	30
6. RESULTADOS.....	31
6.1. Evaluación sensorial de la frescura considerando el total de atributos.....	31
6.2. Evaluación sensorial de la frescura considerando aspecto general y color..	33
6.3. Uso de aditivos para la conservación del camarón rosado en el sureste del país.....	35
7. DISCUSIÓN.....	36
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
9. BIBLIOGRAFÍA.....	38
10. ANEXOS.....	44

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1	Atributos de evaluación de frescura y descripción de calificación de cada atributo basada, con modificaciones, en el esquema de la Unión Europea para la evaluación de frescura de pescado o tabla del Torry Sensory Assessment (Archer, 2010).....	29
Tabla 2	Tabla de coeficientes (total de atributos).....	31
Tabla 3	Tabla de coeficientes (apariencia general y color).....	33
Tabla 4	Perfil de los entrevistados y modalidad de uso de MBS en el tratamiento de camarones en los centros de acopio.....	35

FIGURAS

Figura 1	Grafica de producción mundial de camarón, 1950 – 2004.....	10
Figura 2	Trampas camaroneras en Laguna de Rocha, Rocha, Uruguay (2015).....	14
Figura 3	Embarcaciones utilizadas en la Laguna de Rocha, Rocha, Uruguay (2015).....	14
Figura 4	Mapa de distribución del <i>Penaeus paulensis</i>	15
Figura 5	Ciclo vital del camarón peneido.....	16
Figura 6	Ubicación taxonómica.....	18
Figura 7	Anatomía topográfica del <i>Penaeus paulensis</i>	19
Figura 8	Anatomía interna del camarón rosado.....	19
Figura 9	“Black spot” o mancha negra.....	21
Figura 10	Melanosis en camarón rosado.....	21
Figura 11	Diagrama de flujo del tratamiento de muestras de <i>Penaeus paulensis</i> en los ensayos de uso de aditivos (4HR y MBS).....	27
Figura 12	Comparación entre tratamientos (Refrigerados, MBS 0,8%, MBS 1%, 4HR 25 ppm y 4HR 45 ppm) por el método de mínimos cuadrados, considerando el total de los atributos.....	32
Figura 13	Comparación entre tratamientos (Refrigerados, MBS 0,8%, MBS 1%, 4HR 25 ppm y 4HR 45 ppm) por el método de mínimos cuadrados, considerando los atributos apariencia y color.....	34
Figura 14	Muestra N°1 Día 1.....	44
Figura 15	Muestra N°1 Día 3.....	44
Figura 16	Muestra N°1 Día 6.....	44
Figura 17	Muestra N°1 Día 9.....	44
Figura 18	Muestra N°1 Día 12.....	45
Figura 19	Muestra N°2 Día 1.....	46
Figura 20	Muestra N°2 Día 3.....	46
Figura 21	Muestra N°2 Día 6.....	46
Figura 22	Muestra N°2 Día 9.....	46
Figura 23	Muestra N°2 Día 12.....	47

Figura 24	Muestra N°3 Día 1.....	48
Figura 25	Muestra N°3 Día 3.....	48
Figura 26	Muestra N°3 Día 6.....	48
Figura 27	Muestra N°3 Día 9.....	48
Figura 28	Muestra N°3 Día 12.....	49
Figura 29	Muestra N°4 Día 1.....	50
Figura 30	Muestra N°4 Día 3.....	50
Figura 31	Muestra N°4 Día 6.....	50
Figura 32	Muestra N°4 Día 9.....	50
Figura 33	Muestra N°4 Día 12.....	51
Figura 34	Muestra N°4 Día 13.....	51

1. RESUMEN

El mantenimiento de la calidad y la prevención del deterioro de camarones durante su distribución y almacenamiento refrigerado, están sujetos a mantener un bajo número de microorganismos del deterioro y al control del pardeamiento enzimático (melanosis). Para prevenir este fenómeno se utilizan habitualmente diferentes aditivos siendo el más eficaz el metabisulfito de sodio (MBS). Su empleo inadecuado puede ser perjudicial para la salud humana por lo que se han considerado diferentes resorcinolos como alternativa. Este trabajo propuso comparar diferentes aditivos y concentraciones, para mantener la calidad y el valor comercial del producto y aportar al conocimiento del uso de aditivos en Uruguay. Las muestras de camarones (*Penaeus paulensis*) fueron obtenidas de pescadores artesanales de las lagunas de Castillos y de Rocha. Luego de ser sumergidas en un baño de agua hielo (proporción 1:1 a 0,1 °C), para uniformizar temperatura (0°5-1°C), se escurrieron y se subdividieron en sub-muestras que fueron conservadas en refrigeración con o sin aditivos. Estos fueron MBS (0,8% y 1%) y 4-hexilresorcinol (4HR) (25 ppm y 45 ppm). Se realizaron 4 ensayos independientes (2 en marzo y abril de 2016 y 2 en marzo y abril 2017). Para evaluar la calidad o frescura de los camarones se aplicó el método de evaluación sensorial de Torry Sensory Assessment modificado (Archer, 2010). Los atributos seleccionados fueron apariencia general, color, olor, elasticidad y adherencia o fortaleza de la unión de cefalotórax - abdomen y de la unión de los apéndices al cuerpo. Cada atributo se calificó de acuerdo a una escala de 1 a 4 (siendo 1=muy bueno, 2 =bueno, 3 =límite y 4=rechazo). Además de los ensayos experimentales se realizaron entrevistas a pescadores e intermediarios del Departamento de Rocha. Los camarones refrigerados sin aditivos alcanzaron 10 días de vida útil. Los ensayos realizados mostraron que el empleo de MBS (1%) o 4HR (25 ppm) prolongó la vida útil obteniéndose las calificaciones de rechazo entre 11 y 13 días. Los tratamientos 4HR 25 ppm y 4HR 45 ppm mostraron diferencias significativas con respecto al MBS 0,8% y refrigerados sin aditivo (con 95% de intervalo de confianza). Estadísticamente no hay diferencias significativas entre las muestras tratadas con MBS y las refrigeradas, esto podría deberse a las condiciones excepcionales de refrigeración usadas en el ensayo y a que no se aplica el aditivo en los camarones vivos. El programa estadístico empleado fue SPSS versión 24.0 y se aplicó el método de mínimos cuadrados. De las entrevistas realizadas a los pescadores y acopiadores se observó que el uso de MBS es frecuente pero sin suficiente control de las cantidades utilizadas. Esto puede configurar un peligro potencial para quienes lo manipulan y para la salud de los consumidores. Este último peligro estaría minimizado por el bajo consumo *per capita* de camarones enteros en Uruguay. Si bien los resultados estadísticos no mostraron la efectividad real del uso del MBS se podría usar siempre que se manipule de forma adecuada y se ajusten las cantidades. El empleo de 4HR requiere de mayor precisión en la dosificación, lo que dificulta la manipulación para los pescadores artesanales. Su uso en cambio puede ser aconsejable para empresas en donde puedan implantarse Buenas Prácticas de Manufactura (BMP). En este caso es necesario hacer estudios de factibilidad económica ya que el costo puede superar los beneficios de su empleo.

2. SUMMARY

The maintenance of the quality and the prevention of the deterioration of shrimp during its distribution and refrigerated storage, is subject to maintain a low number of microorganisms of deterioration and of the control of the enzymatic browning (melanosis). To prevent this phenomenon, different additives are usually used, the most effective being sodium metabisulphite (SMS). Its inappropriate use can be harmful to human health, which is why different resorcinol have been considered as an alternative. The objective of this paper was to compare different additives and concentrations, to maintain the quality and commercial value of the product and to contribute to the knowledge of the use of additives in Uruguay. The samples of shrimps (*Penaeus paulensis*) were obtained from artisanal fishermen from the lagoons in Castillos and Rocha, Uruguay. After being immersed in an icy water bath (ratio 1: 1 at 0.1 °C), to uniform temperature (0°5-1°C), they were drained and subdivided into sub-samples that were kept in refrigeration with or without additives. These were SMS (0.8% and 1%) and 4-hexylresorcinol (4HR) (25 ppm and 45 ppm). There were 4 independent trials (2 in March and April 2016 and 2 in March and April 2017). To evaluate the quality or freshness of the shrimp, the sensory evaluation method of the modified Torry Sensory Assessment was applied (Archer, 2010). The selected attributes were general appearance, color, odor, elasticity and adhesion or strength of the union of cephalothorax - abdomen and the union of the appendages to the body. Each attribute was rated according to a scale of 1 to 4 (being 1 = very good, 2 = good, 3 = limit and 4 = rejection). In addition to the experimental tests, interviews were conducted with fishermen and intermediaries from the Department of Rocha. The refrigerated shrimp without additives reached 10 days of useful life. The tests carried out showed that the use of SMS (1%) or 4HR (25 ppm) extended its useful life, obtaining the rejection grades between 11 and 13 days. The treatments 4HR 25 ppm and 4HR 45 ppm showed significant differences with respect to SMS 0.8% and refrigerated without additive (with 95% confidence interval). Statistically, there are no significant differences between samples treated with SMS and those refrigerated due to the exceptional cooling conditions used in the trial and to the fact that the additive is not applied to live shrimp. The statistical program used was SPSS version 24.0 and the method with minimum squares was applied. From the interviews carried out with fishermen and collectors it was observed that the use of SMS is frequent but without sufficient control of the quantities used. This can be a potential danger for those who manipulate it and for the health of consumers. This last danger would be minimized by the low *per capita* consumption of whole shrimp in Uruguay. Although the statistical results did not show the real effectiveness of the use of SMS, it could be used provided that it is handled in an appropriate manner and that the quantities are adjusted. The use of 4HR requires greater precision in the dosage, which makes handling difficult for artisanal fishermen. Its use instead may be advisable for companies where Good Manufacturing Practices (GMP) can be implemented. In this case, it is necessary to run economic feasibility studies since the cost can exceed the benefits of their employment.

3. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la calidad y la prevención del deterioro de camarones durante su distribución y almacenamiento refrigerado, están sujetos a lograr un bajo número de microorganismos del deterioro y al control del pardeamiento enzimático denominado melanosis o “blackspot” (Risso y col., 2005).

Según Martínez y col. (2008) la refrigeración y el uso del hielo enlentecen pero no previenen la reacción enzimática. La enzima causante de la melanosis es la polifenoloxidasas (PPO), que produce la oxidación de fenoles a quinonas generando pigmentos de alto peso molecular muy oscuros (Pardio y col., 2011). Esta enzima, que en ejemplares vivos está relacionada al endurecimiento y reparación del exoesqueleto, produce la melanosis posterior a la captura (Gonçalves y de Olivera, 2015).

La melanosis se manifiesta inicialmente en la porción anterior del cuerpo (cefalotórax), donde va avanzando hacia el interior, atacando la piel de contacto con el exoesqueleto, a medida que transcurre la degradación de la frescura (Leyton, 1999; Gonçalves y de Olivera, 2015).

El cambio en la coloración (ennegrecimiento o melanosis) de los camarones indica alteración, pero no se corresponde a putrefacción o con que representen un riesgo para la salud del consumidor. El pardeamiento es sin embargo uno de los principales defectos que controlan los inspectores de calidad de productos de la pesca (Alasalvar y col., 2011) dado que produce rechazo en el consumidor y disminuye el valor comercial (Gonçalves y de Olivera, 2015). Esto ha dado lugar al desarrollo de métodos combinados de utilización de diferentes aditivos para extender la vida útil de los camarones.

Tradicionalmente desde los años 50, se ha utilizado mayormente el metabisulfito de sodio (MBS) a concentraciones que van desde 0,7 % a 1.25% (Leyton, 1999). Las reacciones adversas que origina este compuesto en la salud humana tales como alergias y cuadros asmáticos, en particular en quienes lo manipulan, ha llevado a la búsqueda de otros aditivos para la prevención de la melanosis.

También diferentes resorcinoles sustituidos en posiciones 4 han sido utilizados para la inhibición del pardeamiento, como por ejemplo el 4-hexilresorcinol (4HR) utilizado en concentraciones de 25 – 50 ppm. El 4HR es considerado un aditivo seguro o GRAS por su sigla en inglés (General Recognized As Safe) para la salud humana y su empleo en la industria alimenticia, pudiendo aplicarse tanto a bordo de los buques de pesca como a nivel de laboratorio (Risso y col., 2005).

Los mecanismos de acción por los cuales estos conservantes previenen la melanosis son diferentes y pueden ser la explicación de la mayor eficacia de los sulfitos, dado que estos reducen las quinonas (compuestos precursores de la pigmentación) a compuestos incoloros (difenoles) (Gonçalves y de Olivera, 2015). El 4HR actúa inactivando la enzima PPO, no permitiendo el pasaje de monofenol a difenol y no produciéndose por tanto la coloración parda (Kim y col., 2000 en Gonçalves y de Olivera, 2015).

No se encontraron referencias escritas acerca del empleo de aditivos en la conservación de las diferentes especies de camarones de interés comercial en Uruguay. Sin embargo el empleo de sulfitos es una práctica frecuente en el tratamiento de las capturas artesanales del camarón rosado o de laguna (*Penaeus paulensis*) y también de otros camarones marinos como el langostino (*Pleoticus muelleri*) (Fabiano, com. pers.).

En Uruguay las lagunas costeras salobres del litoral atlántico, en los departamentos de Rocha y Maldonado, conforman un ecosistema ideal para la crianza y alimentación del camarón rosado (*Penaeus paulensis*). La pesca del camarón es un ingreso económico importante para los pescadores artesanales, pudiéndoles dejar una ganancia en el entorno de los U\$S 1000 y 2000 por pescador. Cuando los volúmenes de extracción son importantes puede alcanzar un ingreso de U\$S 10 millones por zafra. Debido a que el volumen extraído no es suficiente para exportar, su consumo es por el mercado interno (Fabiano y Santana, 2006).

El presente trabajo investigó sobre el uso de aditivos en Uruguay y comparó los aditivos 4HR y MBS en dos concentraciones diferentes. Estos aditivos son empleados para mantener la calidad y el valor comercial de los camarones. Las concentraciones utilizadas fueron un promedio de las especificadas por Risso y col., (2005) y Leyton (1999), por lo que se determinó para 4HR 25 ppm y 45 ppm y para MBS 0,8% y 1%.

3.1. Producción de camarón a nivel mundial

La producción de camarón en el período de 1950 a 2004, marcó una clara tendencia a la suba (Ver figura 1), siendo los países asiáticos los principales responsables. Además, hubo un claro aumento sostenido del cultivo del camarón a nivel mundial en el período estudiado. Este incremento de la producción no ha quedado exento de problemáticas tanto económicas como medio ambientales. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2010a) mencionó que la pesca de este recurso hidrobiológico está relacionado con una sobrepesca, el deterioro del hábitat costero y fondos marinos debido a la pesca de arrastre, siendo urgente la implementación de medidas que garanticen el desarrollo sostenible del recurso.

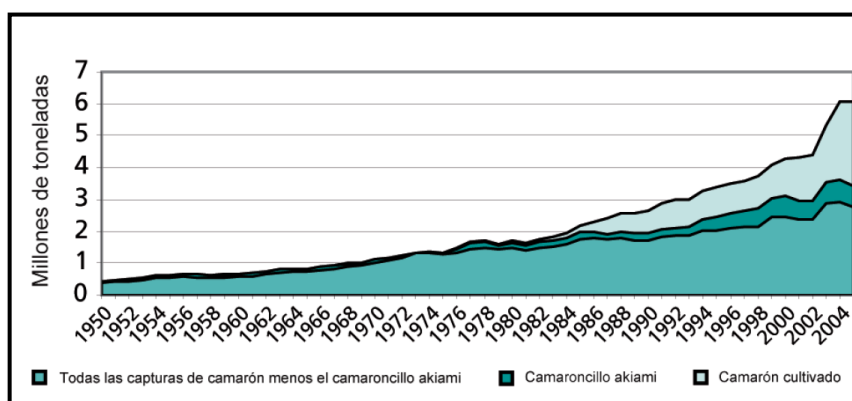


Figura 1. Grafica de producción mundial de camarón, 1950 – 2004.
Extraída de FAO 2007

En el año 2016 la producción mundial se mantuvo estancada. India fue el principal exportador en el comercio internacional totalizando unos 315 000 toneladas, luego figuran Ecuador, Tailandia, Indonesia y China. En Ecuador la producción de camarón de cultivo aumentó moderadamente, además también aumentaron las exportaciones a 276000 toneladas (7,5 % más). Pero en México impactó negativamente las enfermedades y cosechas prematuras. Argentina marcó un nuevo record con más de 150000 toneladas en la captura de *Pleoticus muelleri* (FAO, 2017a).

En tanto en el 2017, China fue el mayor productor de cultivo de camarón aunque no superó la producción del año anterior, siendo la gran mayoría para consumo interno. El segundo mayor productor de cultivo de camarón fue India, pero a diferencia de China, la mayor parte de su producción se destinó a la exportación. Por problemas climáticos Viet Nam e Indonesia disminuyeron su producción y por ende sus exportaciones. Viet Nam exportó 96 000 toneladas a más de 15 países diferentes. Con respecto a Argentina en el periodo de enero a agosto se capturaron 139 000 toneladas, un 34, 7% más que el año anterior en el mismo periodo (FAO, 2017b).

A nivel regional, en Brasil está la pesquería artesanal del *Penaeus paulensis* en donde se cosecha los mayores volúmenes en la Laguna de Patos, Rio Grande do Sur, los cuales superan las 4500 toneladas métricas. La temporada de pesca comienza en enero, antes que en las lagunas de Uruguay y estando prohibido el uso de embarcaciones de mayor porte que los artesanales (Mistakidis, 1965 en Fabiano y col., 2006).

Al 2008 en el sur de Brasil el interés del cultivo del camarón rosado se encontraba en aumento, a pesar de tener como limitante la dependencia de reproductores capturados en la naturaleza. Debido a esta problemática los esfuerzos de investigación se han enfocado en desarrollar poblaciones domesticadas y optimizar el rendimiento reproductivo bajo condiciones de laboratorio (Peixoto, 2008).

3.2. Producción de camarón a nivel nacional

En Uruguay la producción de camarones proviene del ambiente natural debido a que no existe el cultivo de los mismos, siendo un importante recurso económico, social y cultural. (Santana y Fabiano, 1999).

Según Santana y col. (1992) las especies de camarones explotadas comercialmente en el país son el camarón rosado (*Penaeus paulensis*), el camarón siete bigotes (*Artemesia longinaris*) y el langostino rojo (*Pleoticus muelleri*). Tanto el camarón siete bigotes como el langostino rojo son capturados exclusivamente en el mar en pequeñas cantidades por pescadores artesanales. En cuanto al camarón rosado la extracción está generalmente concentrada en la laguna de Castillos en donde la presencia y abundancia de camarones suele ser constante y mayor, pero puede ocurrir también en otras lagunas (de Rocha, Garzón y José Ignacio) y aun en el Arroyo Maldonado.

Estas lagunas costeras se comunican periódicamente con el mar, ya sea de forma natural o artificial. Junto con la apertura de las barras se deben de dar ciertas condiciones meteorológicas para darle la posibilidad de ingresar desde el mar a las poslarvas, lo que condiciona la abundancia, la disponibilidad y distribución del camarón dentro de las lagunas, llevando al éxito o no una zafra (Norbis, 2000).

Los volúmenes de extracción entre años son variables pudiendo alcanzar valores de 167 toneladas (Fabiano y col. 2006). En la Laguna de Castillo la extracción oscila entre los 600 kilos y 140 toneladas métricas; en la Laguna de Rocha desde 0 hasta las 100 toneladas y en la Laguna de Garzón y José Ignacio no supera las 5 toneladas. Al no ser tan significativo el volumen extraído para la exportación, su totalidad es comercializada en el mercado nacional (Santana y col., 2012). Como antecedente nacional Santana y col. (2012) mencionan que la “zafra alta” del periodo comprendido entre 1996 - 1997 superó los USD 526.000, en cuanto que la zafra de 2012 llegó a superar los USD 200.000, con volúmenes del entorno a las 70 toneladas.

La pesca es de tipo artesanal cuya captura es llevada a cabo principalmente a través de “trampas camaroneras” en la que se utilizan faroles de origen local o brasileño a batería con luz led para atraer la especie, sustituyendo este al farol a gas facilitando el trabajo del pescador (Ver figura 2). Las embarcaciones empleadas son pequeñas con remos o motor fuera de la borda (Santana y col., 2000) (Ver figura 3). De acuerdo con Fabiano y Santana (2006) “la trampa es fijada con palos enterrados en las puntas de las alas y en el extremo de la bolsa, donde además se ubica el farol sobre una boya flotante, en general consiste en un trozo de espuma. En su mayoría son de origen y confección brasileña”.

La pesca en el país, se desarrolla generalmente entre marzo y abril, período que corresponde a la migración de retorno al mar de los pre-adultos. Los pescadores, que pueden superar a 300 personas en algunas zafras, proveen de camarones a la cadena local de intermediación, que luego de diferentes etapas (enfriado, congelado entero o de colas peladas cocidas, estoqueado en diferentes empaques) abastece los destinos finales (Santana y col., 2000).

Los primeros centros de acopio mayoristas se ubican en centros urbanos próximos a los sitios de extracción, principalmente en La Paloma, Rocha. A escala minorista en sitios dispersos, es una práctica creciente el estoqueado en freezer. Por su proximidad a los lugares de pesca y la recolección diaria de los desembarques, la captura suele llegar sin refrigeración, pero en condiciones de gran frescura y aún con ejemplares vivos o en *rigor mortis*.

Existen resoluciones que atienden al manejo del recurso y otras a la inspección del producto como alimento. La Resolución N° 046/2017 del ordenamiento de la zafra de camarón en las lagunas costeras. En la misma se dispone que es obligatorio contar con un permiso de pesca, debiendo cumplir con la modalidad de calado, característica y número de artes de pesca, así como respetar las áreas de veda, tallas y peso mínimo. Se fija el peso mínimo individual de 10 gramos de captura, transporte y comercialización del camarón fresco entero. Las especies acuáticas capturadas incidentalmente como peces juveniles o crustáceos, deberán ser liberados vivos, así como también las hembras ovígeras de cangrejo (*Callinectes sapidus* y *Callinectes danae*) (DINARA, 2017). En tanto el Reglamento Bromatológico Nacional (IMPO, 2017) se refiere al camarón como producto pesquero, pudiendo ser considerados enteros, como partes o trozos, o ser utilizados para la elaboración de otros productos. En aquellos productos elaborados a partir de camarones ya sea conservas como congelados, se autoriza la utilización del bisulfito y metabisulfito de sodio o potasio, en una concentración máxima de 30 ppm. Expresado en anhídrido sulfuroso en el producto terminado.

Con respecto al cultivo del camarón rosado, uno de los pioneros de las investigaciones realizadas con esta especie en nuestro país fue el Dr. Francisco Villegas. El mismo determinó la posibilidad de la aplicación de técnicas de cultivo, a pesar de las dificultades para conseguir hembras maduras y fecundadas. En la Laguna Garzón y en el Arroyo de Maldonado relevó una zona de construcción de estanque de buena superficie, el cual no representa un alto costo de inversión. Como conclusión plantea que el problema fue de orden biológico y que se necesita más estudios en este campo. (Villegas, 1974).

La DINARA en 1991 construyó en La Paloma, Rocha un laboratorio marino con el cometido de dar continuidad los ensayos de acuicultura iniciados por el Dr. F. Villegas. Se cultivó el camarón *Macrobrachium rosenbergii* y se intentó desarrollar tecnologías apropiadas para la cría de camarones peneidos nativos. Las experiencias resultaron infructuosas debido a que no se logró la reproducción con éxito en laboratorio en grandes cantidades y con suficiente rentabilidad. Además, la colecta de poslarvas de los ambientes naturales era una tarea muy trabajosa (Santana y col., 2012).

Posteriormente, Vitancurt y col. (2005) realizaron una experiencia de cultivo sustentable de camarón rosado en la Laguna de Rocha, Rocha. El objetivo del proyecto fue desarrollar una cría de camarones, ambiental, social y económicamente sustentable. Se construyeron 4 módulos para sembrar las poslarvas provenientes de la Fundación Universitaria Federal de Rio Grande (FURG). Los resultados obtenidos indican que es posible el cultivo de camarón en la laguna. La producción total fue de 279,5 kg estando por debajo de lo esperado Vitancurt y col. (2005), concluyeron que posiblemente un 30% haya quedado en las unidades de cultivo dado que no fue posible. Realizar arrastres dentro de los cercos debido al alto nivel de agua en la laguna. La obtención de alimento fresco habría sido otra de las dificultades detectadas para el cultivo; así como una presencia importante del cangrejo *Cyrtograpsus sp.* que habría compitió por espacio y alimento.



Figura 2. Trampas camaroneras en Laguna de Rocha, Rocha, Uruguay (2015).



Figura 3. Embarcaciones utilizadas en la Laguna de Rocha, Rocha, Uruguay (2015).

3.3. Distribución

El *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) se distribuye desde Cabo Frío (23°S) en Brasil, hasta las costas de Uruguay y la Provincia de Buenos Aires en Argentina (38° 30' S) y tiene como áreas de mayor concentración a las lagunas costeras de Uruguay y del sur de Brasil (Rio Grande do Sul) (Boschi y col., 1992; Santana y col., 2012) (Ver figura 4) Las lagunas costeras son ecosistemas clave para el ciclo de vida de este camarón de ciclo vital estuario-dependiente. Esta especie utiliza esos ambientes para su desarrollo post-larvario y parte del crecimiento, no alcanzando en ellos la maduración sexual (Santana y Fabiano, 1999; Santana y col., 2009). Es una especie autóctona que solamente puede tener una cosecha al año debido al clima presente en la región (Carnevia, 2007). Según Rivero (2012) el camarón rosado es un recurso pesquero a preservar para así poder asegurar la oferta estacional para el sector gastronómico en las zonas turísticas.



Figura 4. Mapa de distribución del *Penaeus paulensis*
Extraída de Google earth (2017)

3.4. Ciclo Vital

Norbis (2000) menciona que el hábitat del *P. paulensis* corresponde las regiones costeras de régimen estuarino, casi siempre asociado a fondos fangosos o fango-arenosos ricos en materia orgánica. La mayoría de las especies de peneidos poseen un ciclo vital anfibiótico, con una fase a nivel oceánica y otra en aguas salobres o estuarinas.

El ciclo de vida se caracteriza por ser breve, siendo este de aproximadamente unos 2 años. El stock paternal encontraría en el estado de Santa Catarina, Brasil (Santana y col., 2012). La cópula ocurriría en el mar, en los meses de julio y agosto. Los machos transfieren el espermátforo a la hembras. La fecundación de los huevos ocurre unas horas después junto con la expulsión de los mismos. Cada hembra pone alrededor de 100.000 huevos, los cuales quedan libre y suelen irse al fondo (Fenucci, 1988).

Los estadios larvarios de nauplius, protozoa y mysis insumen en torno a 13 días. La última muda mysis da lugar a una post larva con forma de camarón. Esta fase dura unos 12 a 14 días y presenta más de 20 mudas. Es importante destacar que cada etapa del ciclo tiene un rango de temperatura y salinidad específica para su desarrollo. Las larvas se desarrollan a temperaturas que oscilan entre los 25 – 30 °C y salinidades entre el 28 y 35, mientras que las poslarvas tienen una mayor tolerancia en relación a la temperatura y la salinidad, y más aún las formas juveniles y sub adultos (Santana y col., 2000).

A inicios del verano se produce un ingreso masivo de poslarvas, a las lagunas costeras de Castillos, Rocha, Garzón y José Ignacio y a los arroyos de Maldonado, siempre y cuando las condiciones climáticas sean favorables para la apertura de las barras arenosas. Existe una serie de factores que son capaces de influir de manera directa en el ingreso de poslarva, tales como el efecto de las mareas, lluvias, la salinidad del agua y temperatura (Santana y col, 2000). En febrero del 2011, las extremas sequías sumado al uso creciente agrícola – forestal de la cuenca, provocaron que la Laguna de Rocha tuviera severos déficit de agua comprometiendo de esta forma la zafra. Dentro de las lagunas se produce un crecimiento acelerado de los camarones, hasta llegar

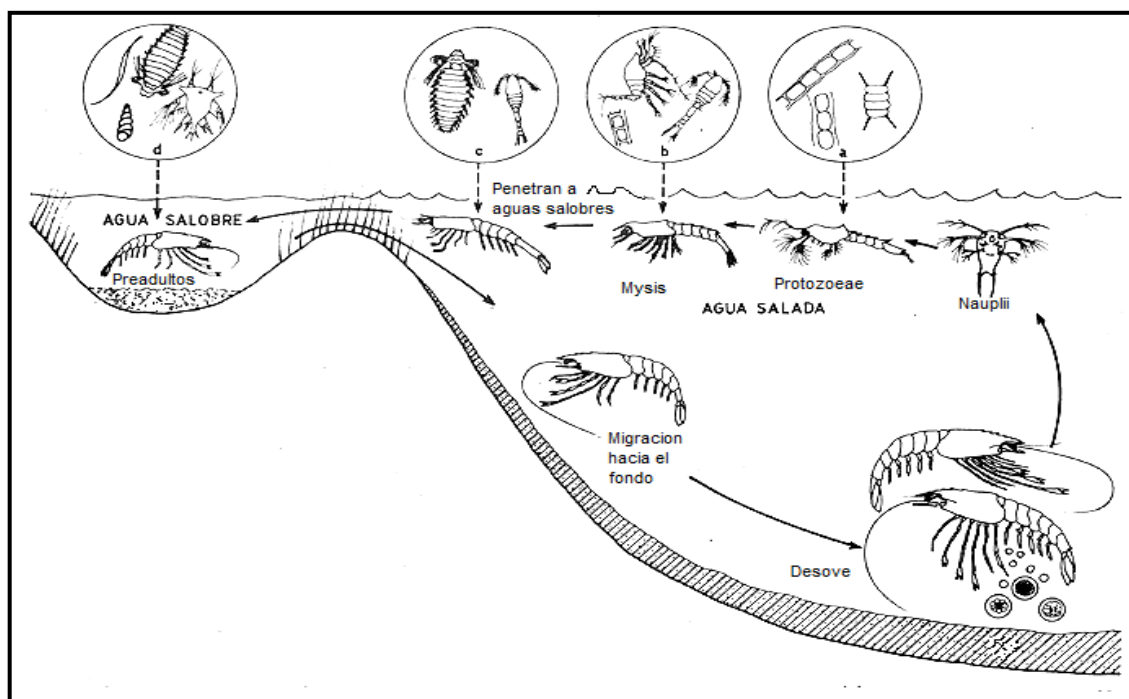


Figura 5. Ciclo vital del camarón peneido.
Modificado de FAO (2018)

muchas veces a 30 gramos por individuo, los cuales luego retornan al océano cuando aún no llegan a su maduración sexual (Santana y col., 2012) (Ver figura 5).

3.5. Características morfológicas del camarón rosado

Los camarones son crustáceos decápodos cuyo cuerpo se encuentra dividido en segmentos con apéndices articulados. Presentan un exoesqueleto de tegumento fino y quitinoso formado por minerales, siendo necesaria la muda para su desarrollo. Al realizarla se produce un cambio total del exoesqueleto, el cual es secretado por la epidermis y formado por quitina y carbonato de calcio (Denell, 1960, en Rivero, 2012).

La coloración del camarón está compuesta por tres pigmentos principales: astaxantina, carotenoides y crustacianina. Los camarones peneidos tienen un cuerpo largo, comprimido lateralmente; el que puede dividirse en cefalotórax (compuesto por 5 segmentos cefálicos y 8 segmentos torácicos fusionados) abdomen segmentado y telson y urópodos (Bertullo, 1975).

Fenucci (1988) menciona que a nivel del cefalotórax y abdomen podemos distinguir dos tipos de apéndices articulares, formados por 2 ramas: exopodio y endopodio. Según su función los apéndices pueden ser clasificados en: sensoriales, nutricionales, locomotores y natatorios. El tejido muscular es del tipo estriado de color blanco con inervaciones múltiples y presenta como proteínas estructurales actina y miosina.

Son organismos dioicos presentando dimorfismo sexual. El macho posee un petasma, estructura copuladora, que se ubica en el primer pleópodo abdominal. En tanto la hembra presenta el thelycum entre el cuarto y quinto par de pereiópodos (Costa y col., 2003). El thelycum es un receptáculo seminal cuya estructura se debe a las modificaciones de los 3 esternitos posteriores (Chace y Hobbs, 1969).

El sistema nervioso es de tipo ganglionar presentando cefalización marcada. El sistema circulatorio es del tipo lacunar, y la hemolinfa baña los tejidos. El corazón, se ubica en el cefalotórax en posición dorsal-posterior. El sistema digestivo es completo y se distinguen boca, esófago, proventrículo, divertículo anterior, hepatopáncreas, intestino, divertículo posterior, recto y ano. El hepatopáncreas presenta la mayor concentración de enzimas digestivas, tales como carbohidrasas, endopeptidasas, lipasas y nucleasas (Fabiano, 2015) (Ver figura 8).

3.5.1. Ubicación taxonómica

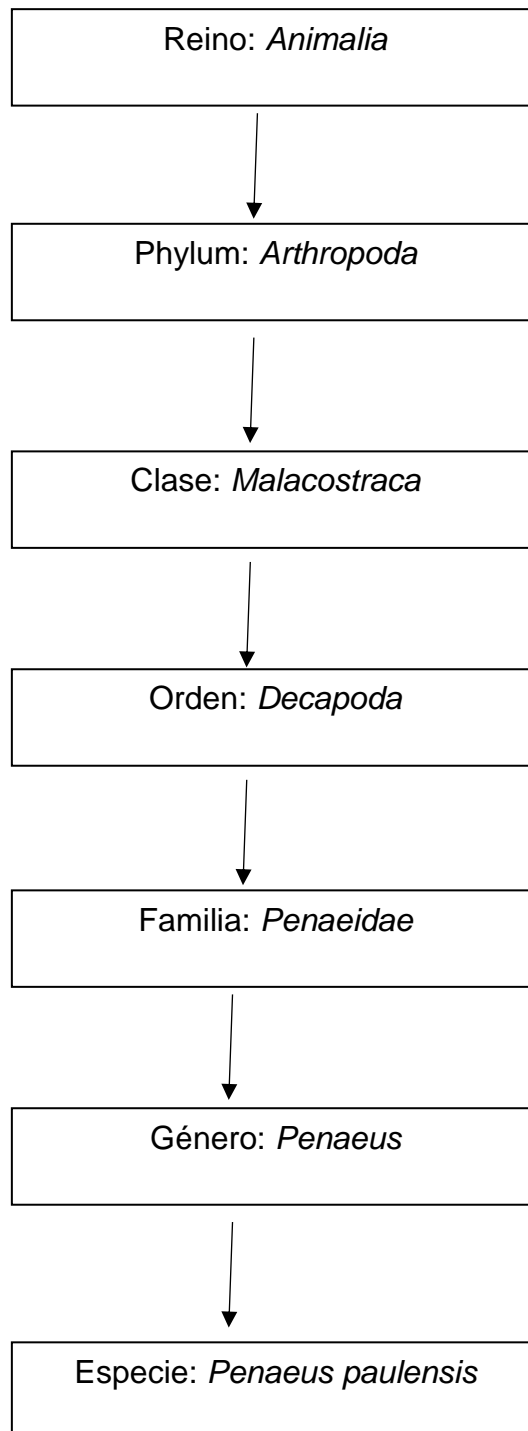


Figura 6. Ubicación taxonómica
Extraído de Skaphandrus, 2018

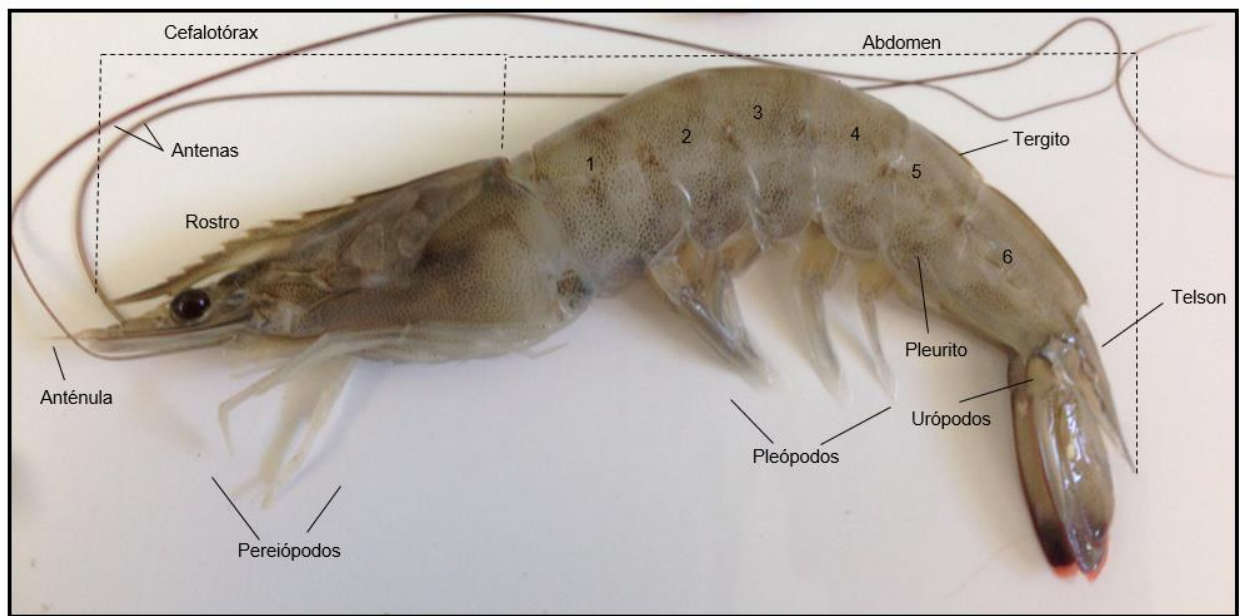


Figura 7. Anatomía topográfica del *Penaeus paulensis*

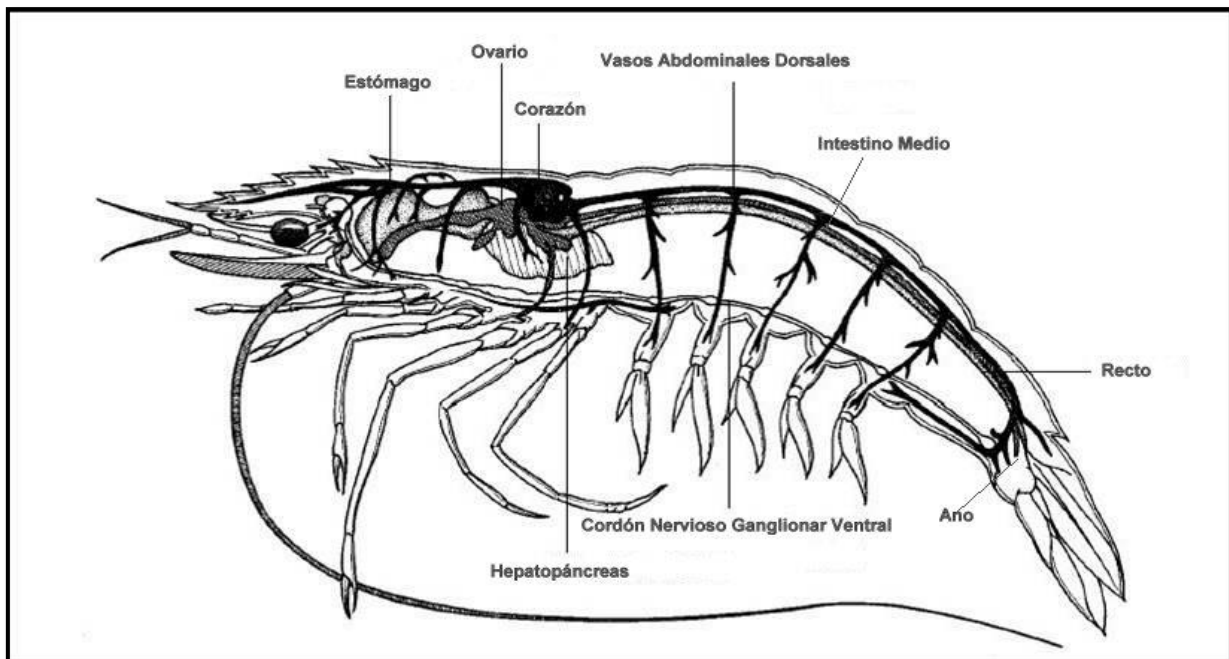


Figura 8. Anatomía interna del camarón rosado

Extraído de http://www.parasitopatogenos.com.ar/archivos/morfologia/morfologa_interna1.html

3.6. Melanosis

La melanosis ocurre en los crustáceos como el camarón, las langostas y los cangrejos, posterior a la cosecha en el almacenamiento. Es el resultado de un biomecanismo natural, cuyo proceso consiste en la oxidación de fenoles incoloros a quinolonas por medio de un complejo enzimático conocido como la polifenoloxidasasa (PPO). Esta enzima es la responsable de la melanización, cuya oxidación de fenoles en quinolonas se polimerizan en melanina (Gonçalves y de Olivera, 2015, Astudillo, 2013, Montero y col, 2001, Alvarez, 2000).

Según Astudillo (2013), la melanina es un pigmento pardo negro insoluble que tiene propiedades biológicas interesantes, como la inhibición de la actividad enzimática bacteriana y fúngica. Para la formación de la melanina es necesario de un sustrato apropiado (aminoácido), del oxígeno molecular y de la enzima PPO (complejo de cobre con proteína). De estar ausente alguno de estos elementos, su formación es completamente inhibida.

La “mancha negra” o “black spot” como se conoce comúnmente a la melanosis, hace su aparición a las pocas horas después de haber muerto el camarón. En general, la coloración negruzca comienza primero por la cabeza extendiéndose paulatinamente a la cola y ramificándose por las extremidades de camarón. Principalmente en zonas donde articulan los segmentos y la cutícula se une con los pleópodos (Gonçalves y de Olivera, 2015, Álvarez, 2000, Leyton, 1999) (Ver figura 9 y 10). Según la especie varía la intensidad de formación de la melanosis, debido a diferencias en el sustrato y la concentración de la enzima (Gonçalves y de Olivera, 2015).

La PPO está presente debajo del caparazón y actúa como catalizador de la reacción que causa la melanosis. Además esta enzima es muy importante para ciertas funciones fisiológicas como el endurecimiento del caparazón después de la muda o en la curación de heridas, tanto en insectos como en crustáceos (Astudillo, 2013, Montero y col., 2001, Díaz, 2009).

A pesar de que la pigmentación es inofensiva para los consumidores, daña las características sensoriales de los crustáceos, disminuyendo su calidad, vida útil y su valor en el mercado, pero no necesariamente indica deterioro. El deterioro ocurre debido a la descomposición microbiana, el cual posee un desarrollo más lento. Resulta ser un problema de apariencia, análoga al oscurecimiento en frutas y vegetales. También, se asemeja al proceso bioquímico cuando por periodos prolongados de tiempo se expone a la luz solar la piel humana (Astudillo, 2013, Montero y col, 2001, Alvarez, 2000). De cualquier modo, el aspecto manchado de los camarones afecta la aceptación del producto por el consumidor, lo que puede causar importantes pérdidas económicas (Díaz, 2009).

El principal problema, luego de cosechar, es la melanosis por lo que se debe retrasar el inicio de la misma. Uno de los métodos más sencillos para resolver este problema sería el descabezado, ya que la mayoría de las enzimas se encuentran en el cefalotórax (Alvarez, 2000). Existen muchas técnicas que pueden ser aplicadas como ser el tratamiento térmico a altas temperaturas que inactiva a las enzimas que causan la melanosis. La refrigeración, enlentece pero no inhibe la aparición de la melanosis. Incluso el congelamiento inactiva momentáneamente el pardeamiento pero una vez

descongelado se activan las enzimas nuevamente (Gonçalves y de Olivera, 2015). Otras técnicas utilizadas son la deshidratación y radiación (Díaz, 2009). Hay sustancias inhibitoras como el ácido bórico, cuyo uso fue prohibido por la Organización Mundial de Salud (OMS) por tener efectos negativos, especialmente en el cerebro de los niños. El dióxido de azufre (SO_2) y sus derivados que han sido utilizados como preservantes en alimentos. Son usados como agentes reductores, antioxidantes e inhibidores de microorganismos. Existen diferentes formas de sulfitos que inhiben la enzima PPO. Los comúnmente utilizados en alimentos son el gas de dióxido de sulfuro (SO_2), sales de sulfito (SO_3^{2-}), bisulfito (HSO_3^{-1}) o el MBS. El más utilizado es el MBS debido a que existe una buena estabilidad química contra la autooxidación en la fase sólida (Álvarez, 2000).



Figura 9. “Black spot” o mancha negra.



Figura 10. Melanosis en camarón

3.7. Aditivos alimentarios

Los aditivos alimentarios son empleados desde que el hombre aprendió a conservar los alimentos (SERNAC, 2004). Posiblemente tenga su origen en el paleolítico cuando exponían los alimentos al humo procedente de un fuego que favorecía su conservación. El empleo de estas y otras sustancias en ese entonces era empírico (Ibáñez y col., 2003). Los egipcios usaban colorantes y aromas para obtener un alimento más atractivo y los romanos utilizaban el nitrato de potasio, especias y colorantes para mejorar y conservar la apariencia de los alimentos. Recién a comienzos del siglo XX como consecuencia del aumento de la población, las industrias buscan nuevos compuestos o aditivos para mejorar los alimentos (Food Today, 2006). El *Codex Alimentarius* quien define el concepto de aditivo alimentario, como una sustancia que se incorpora intencionalmente a un alimento en cantidades controladas con fines tecnológicos, generalmente sin valor nutritivo (Schmidt-Habel, 1990).

Los aditivos presentan diferentes funciones (antioxidantes, antimicrobianos, espesantes, entre otros) de acuerdo a sus componentes químicos. Estas sustancias son utilizadas para preservar la inocuidad de los alimentos y para mantenerlos en buenas condiciones durante su transporte hasta llegar al consumidor (OMS, 2018). Los aditivos alimentarios tienen un rol fundamental a la hora de mantener las cualidades y características de los alimentos que exigen los consumidores. Es decir, sin perder el valor nutritivo se consigue un alimento más apetecible y seguro, que dura más en el tiempo (Madrid, 2014, ELIKA, 2011).

Proceden de varias fuentes, pudiendo ser de origen vegetal como los espesantes extraídos de semillas, frutas o algas marinas, y los acidulantes como el ácido tartárico que contienen las frutas. Existen los aditivos obtenidos a través de la modificación de sustancias naturales. Dentro de esta categoría tenemos a los antioxidantes el ácido ascórbico y el tocoferol de los aceites vegetales, los colorantes como los carotenoides. También están los de origen artificial como el antioxidante butilhidroxianisol (BHA), colorantes como el carmín de índigo y la sacarina como edulcorante (Food Today, 1998).

Para que una sustancia sea admitida como aditivo debe de estar bien caracterizada químicamente y debe de superar las pruebas toxicológicas impuestas por los correspondientes organismos sanitarios. Además, debe de justificar la necesidad tecnológica de modo que su uso sea ventajoso y beneficioso para el consumidor (Ibáñez y col., 2003).

A nivel internacional son varios organismos con competencias en materia de aditivos alimentarios. La FAO en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) creó el Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), siendo este comité el encargado de evaluar la inocuidad de los aditivos. A su vez, la Comisión del *Codex Alimentarius* es la encargada de fijar las dosis máximas de uso en la Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios (OMS, 2018).

El JECFA efectúa una estimación de la Ingestión Diaria Admisibles (IDA) de la cantidad de aditivo alimentario, estableciendo la cantidad máxima de un compuesto que puede consumirse diariamente durante toda la vida sin ocasionar riesgo para la salud del consumidor. Se expresa en miligramos de aditivo por kilogramos de peso corporal (FAO/OMS, 2016, Ibáñez y col., 2003).

La Unión Europea asigna la letra E seguida de una numeración para la identificación de los aditivos. La numeración se clasifica en centenas e indica el tipo de función que realiza un aditivo. En el caso del MBS este posee el número E223 y el 4HR es E586, siendo clasificados como un conservante y antioxidante respectivamente (Ibáñez y col., 2003).

En Uruguay, el Reglamento Bromatológico Nacional establece en el Capítulo 3 una serie de disposiciones generales que debe cumplir un aditivo para ser comercializado, así como principios fundamentales acerca del uso del mismo. A su vez, los clasifica según su función fundamental. Respecto a los aditivos utilizados en el presente trabajo solo se hace mención al uso del MBS en diferentes productos, estando ausente el 4HR (IMPO, 2017).

3.7.1. Metabisulfito de sodio

Desde la década del 50 los sulfitos son tradicionalmente utilizados en las industrias alimenticias (Gonçalves y de Olivera, 2015, Llerena, 2011, Risso y col., 2005, Leyton, 1999). Poseen una alta gama de funciones como la de inhibir las reacciones de oscurecimiento de Maillard, evitar las reacciones de oscurecimiento enzimático, acción antimicrobiana definida para ciertos hongos, bacterias y levaduras (Díaz, 2009). Son conservantes empleados para controlar la proliferación microbiana en bebidas fermentadas como vinos, cervezas además de productos a base de frutas (Food Today, 2006).

El MBS es mundialmente utilizado como agente conservante en fármacos y alimentos. Es un polvo blanco con un ligero olor a huevo podrido (New Jersey Department of Health and Senior Service, 2005). Es totalmente soluble al agua y la humedad lo descompone (Álvarez, 2000). Se comercializa a un bajo precio. Este aditivo interfiere con la polimerización de quinolonas que generan compuestos incoloros. Sin embargo, no previenen la melanosis por completo, necesitando el reaplicado varias veces para un efecto continuo (Gonçalves y de Olivera, 2015).

Una práctica comúnmente utilizada durante la cosecha del camarón, es la adición del MBS en las tinas de descarga para retardar el oscurecimiento provocado por la actividad enzimática. Este proceso debe de hacerse antes de que los mecanismos post-mortem den inicio a la aparición de la melanosis (Fennema, 1996). Se han utilizado concentraciones de MBS de 0,7% a 1,25%, para evitar la melanosis hasta 7 días en langostinos almacenados con hielo en refrigeración (Leyton, 1999). Gómez-Guillen y col. (2005) mencionan que los camarones sometidos a tratamientos de inmersión con 12,5 gramos por kilo de MBS por 2 horas, presentan melanosis en el día 7. En tiempos menores (30 minutos) aparición de melanosis ocurre a los 2 días. Para obtener mejores resultados al añadir el aditivo al producto, se requiere que el agua este a más de 0°C (Álava y González, 2009).

Actualmente esta práctica es motivo de control crítico debido a que diversos estudios muestran la existencia de reacciones adversas en individuos propensos al asma (Díaz, 2009, Gómez-Guillén y col., 2005, Montero y col., 2004, Leyton, 1999). Además, en personas sanas que consumen en exceso pueden padecer constricciones bronquiales. Por este motivo, el JECFA en 1998 determina el IDA de 0-0,7 mg/kg persona común de 60 kg (pc) (FAO/OMS, 2010).

Según el CODEX STAN 92 la concentración recomendada de uso del MBS es de "100mg/kg de sulfito en la parte comestible del producto crudo o 30 mg/kg en la parte comestible del producto cocido, expresado como SO₂ solo o en combinación." En tanto a nivel nacional el Reglamento Bromatológico Nacional (IMPO, 2017) hace mención con respecto a los productos pesqueros y subproductos en el Decreto 358/999 en el Artículo 3 que se autoriza el uso del MBS en una concentración máxima de 30 ppm en los productos elaborados a partir de langostas, langostinos, cangrejos y camarones, tanto congelados o como conservas. Además, en el Capítulo 3 de Aditivos Alimentarios en el Anexo 11 se halla la Lista Positiva de Aditivos Alimentarios donde podemos encontrar los diferentes productos a los cuales se le puede agregar el MBS. Estos son a modo de ejemplos tanto bebidas con jugos de fruta como dulces, puré de hortalizas instantáneo, sidras, vinos, encurtidos, hortalizas frescas, vegetales deshidratados.

3.7.2. 4-Hexilresorcinol

El 4-hexilresorcinol es un conservante químico derivado de los resorcinolos, actualmente es empleado en vegetales para evitar su oscurecimiento. Este tiene múltiples usos y ha sido utilizado durante cuatro décadas tanto en la industria farmacéutica como cosmetológica (Astudillo, 2013). Posee la capacidad de inhibir la melanosis al ser aplicado en camarones, mediante la inhibición de la enzima PPO, responsable de la misma. La utilización de este conservante se debe a la necesidad de la industria de buscar alternativas a la utilización de sulfitos (Fennema, 2007). Este aditivo es considerado aceptable para los consumidores (GRAS) siempre y cuando los residuos presentes en camarones no superen los 2 mg/kg (Llerena, 2011). Si bien es utilizado a nivel de la industria alimentaria no se encuentra en el Reglamento Bromatológico Nacional.

Para inhibir la melanosis en camarón es suficiente la exposición a una solución preparada con agua potable o agua de mar limpia con 50 ppm de este aditivo, durante un minuto para mantener estas condiciones durante 14 días siempre y cuando sea almacenado con hielo en refrigeración (Leyton, 1999). De igual forma se ha comprobado la efectividad del producto al aplicar concentraciones menores como 25 ppm. (Risso y col., 2005).

Asimismo presenta gran efectividad inhibiendo la melanosis cuando es aplicado en combinación con otros compuestos como ácidos y sales. Una de las principales combinaciones que se emplea en camarones es la denominada "EverFish", esta se obtiene de la combinación de 4HR con sal común, obteniéndose un material cristalino, libre de sulfatos y sulfitos, fácil de disolverse en agua. El "EverFish" presenta un gran resultado inhibiendo el pardeamiento del camarón blanco pero no obtienen los mismos resultados en el camarón rosado. Si bien esta ha sido una buena alternativa a la utilización de metabisulfito presenta un costo mayor (Llerena, 2011).

La aplicación de 4HR en combinación con diferentes tipos de ácidos tales como ácido cítrico (0,5%), ácido ascórbico (0,5%), ácido acético (0,3%) o una combinación de estos 3 mejora la apariencia de los camarones acentuando su coloración rosada la cual es considerada de mejor calidad para el consumidor. Por lo tanto, las combinaciones mejoran la apariencia dando aspecto de mayor frescura, que si se aplicara solo al 4HR (Montero y col., 2004).

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de aditivos que prolonguen la vida útil para el consumo del camarón *Penaeus paulensis*

4.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Comparar los cambios en la calidad o frescura de *P. paulensis* tratados con 4HR y MBS en dos concentraciones diferentes de cada uno, durante el almacenamiento refrigerado (entre 0°C y 4°C).
- Comparar los cambios en el color (melanosis) en *P. paulensis* tratados con 4HR y MBS en dos concentraciones diferentes de cada uno, durante el almacenamiento refrigerado (entre 0°C y 4°C).
- Conocer el uso actual de aditivos para la conservación del camarón rosado en el sureste del país.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Tratamiento de las muestras y flujograma de proceso

Las muestras se obtuvieron de pescadores artesanales en los sitios y horas de desembarco de las capturas en las lagunas de Castillos o de Rocha. Fueron inmediatamente refrigeradas y acondicionadas en cajas isotérmicas en ambiente húmedo, y trasladadas al Instituto de Investigaciones Pesqueras de la Facultad de Veterinaria, donde se realizaron los ensayos experimentales durante marzo-abril del 2016 y marzo-abril del 2017.

El tamaño total de cada muestra fue de 1,5 kg de manera de contar en cada ensayo con sub-muestras de 250 a 350 g (entre 20 y 30 ejemplares de 12 g de peso individual promedio).

Una vez ingresada la muestra al laboratorio se sumergió en un baño de agua hielo (proporción 1:1 a 0,1 °C) para llevar la temperatura a 0^o5-1^oC, se escurrió y se subdividió en sub-muestras lo más uniformes posible

Como aditivos se utilizaron MBS (Droguería Paysandú) en dos concentraciones (0,8% y 1%) y 4HR (Sigma – Aldrich) en dos concentraciones (25 ppm y 45 ppm)

La sub-muestra 1 (testigo) se acondicionó en una rejilla suspendida en una bandeja y fue cubierta con hoja de polietileno y hielo en escamas de primer uso con agua potable. Las otras sub-muestras fueron sumergidas por 10´ en recipientes independientes con agua-hielo (1:1 a 0,1 °C) en donde se habían agregado los diferentes aditivos. Luego de ese tiempo de exposición fueron escurridas, colocadas de forma ordenada en bandejas de acero inoxidable sobre rejilla forrada con una hoja de polietileno y cubiertas con otra hoja de polietileno y hielo en escamas.

Cada sub-muestra fue identificada y se almacenó a temperatura de refrigeración (0-4°C).

En marzo y abril de 2016 se realizaron dos ensayos independientes en donde cada muestra inicial (1kg) se subdividió en 3 sub-muestras (300 - 350 g c/u= 25 ejemplares c/u). na fue tratada con refrigeración y las otras dos con el agregado de MBS 0,8% y 1% respectivamente de acuerdo con los rangos sugeridos por Leyton (1999) y refrigerados.

En marzo y abril 2017 se hicieron dos nuevos ensayos independientes en donde la muestra inicial se subdividió en 5 sub-muestras; una sin aditivo refrigerado, otras dos a las que se adicionó MBS a diferentes concentraciones y luego refrigeradas y otras dos tratadas con 4HR en concentraciones diferentes (25 ppm y 45 ppm) y posteriormente refrigeradas (Risso y col., 2005).

El tratamiento empleado de muestras y aditivos se resume en el Flujograma del procedimiento (Ver figura 11).

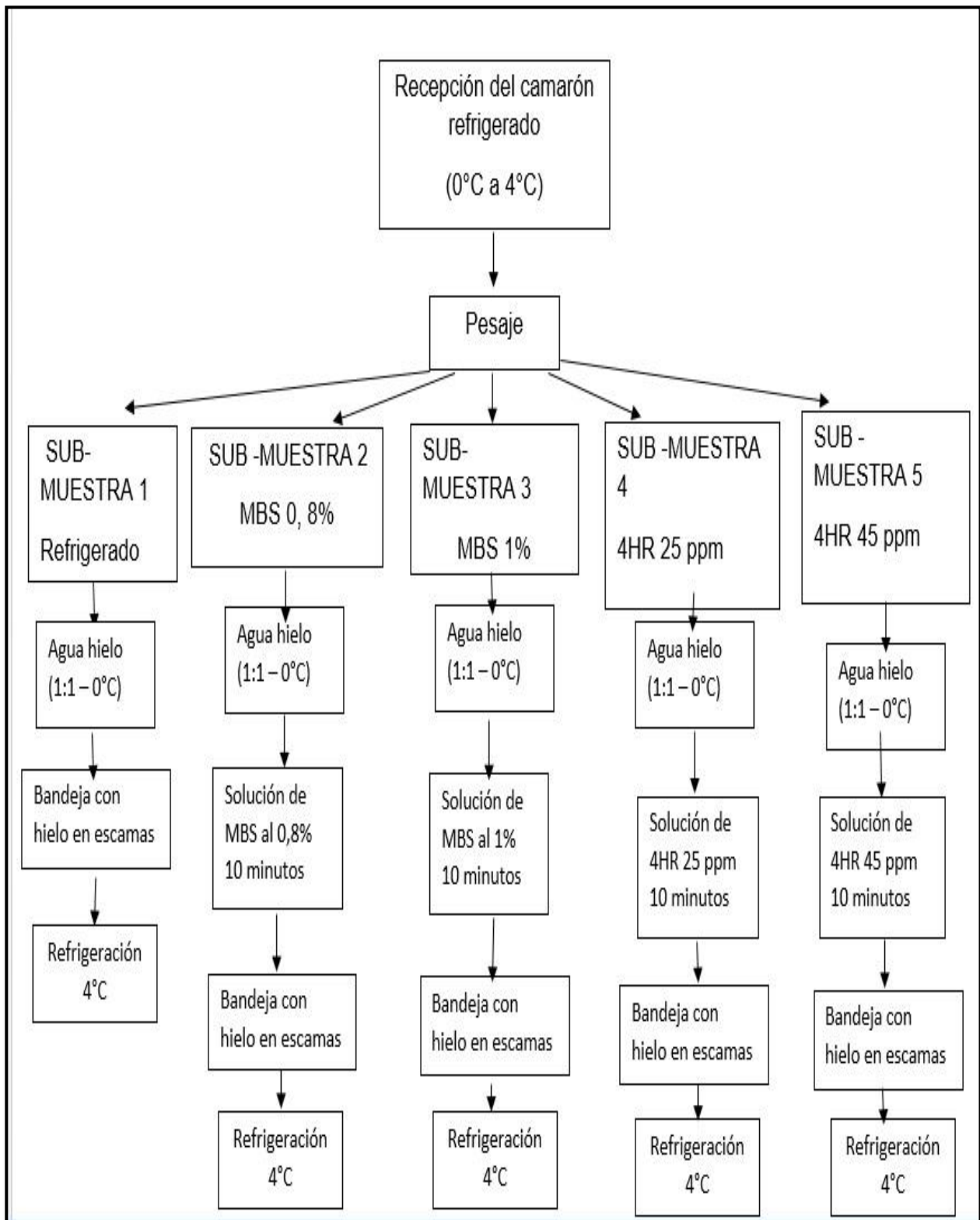


Figura 11. Diagrama de flujo del tratamiento de muestras de *Penaeus paulensis* en los ensayos de uso de aditivos (4HR y MBS)

5.2. Evaluación de las modificaciones en la calidad general y la coloración (melanosis)

Para evaluar la calidad o frescura de los camarones se aplicó el método de evaluación sensorial de Torry Sensory Assessment (Archer, 2010). Los atributos seleccionados fueron apariencia general, color, olor, elasticidad y adherencia o fortaleza de la unión de cefalotórax - abdomen y de la unión de los apéndices al cuerpo.





Cada atributo se calificó de acuerdo a una escala de 1 a 4, siendo 1=muy bueno, 2=bueno, 3 =límite y 4=rechazo. La descripción de cada puntaje para los diferentes atributos está basada, con modificaciones, en el esquema de la Unión Europea para la evaluación de frescura de pescado o tabla del Torry Sensory Assessment (Archer, 2010) y la tesis de grado de Rivero (2012) (Tabla 1).

El puntaje diario total del lote corresponde al promedio de todos los atributos. Una vez alcanzado el puntaje de rechazo de cada sub-muestra, se mantuvieron observaciones hasta el descarte definitivo.

Las observaciones se hicieron diariamente y las calificaciones asignadas a cada atributo y observaciones particulares, se registraron en una tabla.

Las sub-muestras se mantuvieron refrigeradas (hielo en escamas + refrigeración a 4°C) en iguales condiciones durante todo el ensayo.

Tabla 1. Atributos de evaluación de frescura y descripción de calificación de cada atributo basada, con modificaciones, en el esquema de la Unión Europea para la evaluación de frescura de pescado o tabla del Torry Sensory Assessment (Archer, 2010).

Atributos	Puntaje			
	1 (Muy bueno)	2 (Bueno)	3 (Limite)	4 (Rechazo)
				
Apariencia general	Brillantes y muy bien hidratados. Ligeramente traslúcidos.	Algo brillante y bien hidratado. El brillo y la prominencia de los ojos están disminuidos.	Opacos y parcialmente deshidratados. Pérdida de brillo en los ojos.	Muy opacos, deshidratados, viscosos y adherentes al tacto. Ojos opacos y deformados, deshidratados.
Color	Ojos brillosos y prominentes. Gris sepia o gris verdoso.	Aparición de manchas negras en rostro, telson y urópodos	Manchas negras en cefalotórax y abdomen. Comienzo de coloración naranja en unión cefalotórax- abdomen (autólisis de hepatopáncreas)	Ennegrecimiento de cefalotórax Marcada coloración naranja en unión cefalotórax - abdomen (autólisis de hepatopáncreas).
Olor	Olor suave a camarón u olor a algas frescas.	Neutro u olor a huevo fresco batido.	Olor a barro y mohó.	Olor a ácido y pútrido.
Elasticidad	Firme y elástica a la presión.	Levemente menos firmes e inelásticos.	Parcialmente blandos e inelásticos.	Blandos, inelásticos y depresibles
Adherencia o Fortaleza de la unión cefalotórax – abdomen y de apéndices	Unión completa de cefalotórax y abdomen. Resistencia al desprendimiento por la tracción suave de apéndices.	Menor fortaleza de la unión entre cefalotórax y abdomen. Sin cambios evidentes en la resistencia al desprendimiento por la tracción suave de apéndices	Desprendimiento parcial de cefalotórax. Menor resistencia al desprendimiento por a la tracción suave de apéndices	Desprendimiento de cefalotórax. A la mínima tracción se desprenden las patas.

5.4. Entrevistas

Se realizaron entrevistas semi - estructuradas al azar a acopiadores y pescadores de camarón del sureste del país que estuvieran dispuestos a responder de manera personal y voluntaria. Las entrevistas se hicieron en los sitios de captura o venta al público de camarón con formularios especialmente diseñados y que contenían preguntas referidas al uso de aditivos para la conservación de camarones, tipo y cantidad de aditivo utilizado, método de aplicación y conocimiento de las consecuencias aparejadas a su uso, así como otras preguntas generales referidas a zona de pesca o procedencia de la captura, arte de pesca, cuanto pesca, clasificación de los ejemplares y forma de comercialización.

6. RESULTADOS

6.1. Evaluación sensorial de la frescura considerando el total de atributos

La evaluación de los cambios en la frescura de *P. paulensis* sometidos a diferentes tratamientos de conservación (hielo, 4HR y MBS), cuando se consideran todos los atributos (apariencia general, color, olor, elasticidad y adherencia o fortaleza de la unión de cefalotórax - abdomen y de la unión de los apéndices al cuerpo), muestran que existen diferencias significativas en la velocidad para llegar al fin de la vida útil de los tratamientos 4HR 25 ppm y 4HR 45 ppm respecto a los tratamientos MBS 0,8% y refrigerado sin aditivo. Estadísticamente no hay diferencia significativas entre las muestras tratadas con MBS y las refrigeradas (Ver tabla 2 y figura 12).

Se utilizó el programa SPSS versión 24.0 (licencia de prueba). Se graficó a través del método de mínimos cuadrados las pendientes de las rectas para cada uno de los tratamientos, siendo la variable independiente el tiempo. La pendiente de la recta se interpreta como la velocidad para llegar al fin de la vida útil de los camarones. Luego, se compararon los intervalos de confianza de las pendientes.

Tabla 2. Tabla de coeficientes (total de atributos)

Categoría	Modelo		Coeficientes		95,0% intervalo de confianza para B	
			B	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
4HR 25 ppm	1	(Constante)	4,511	,575	3,324	5,697
		Dias	1,113	,072	,965	1,262
4HR 45 ppm	1	(Constante)	4,282	,781	2,666	5,898
		Dias	1,177	,102	,966	1,388
MBS 1%	1	(Constante)	2,991	,929	1,053	4,929
		Dias	1,464	,137	1,178	1,749
MBS 0,8%	1	(Constante)	3,327	,373	2,550	4,104
		Dias	1,514	,055	1,399	1,628
Refrigerados	1	(Constante)	3,373	,555	2,216	4,529
		Dias	1,650	,082	1,479	1,821

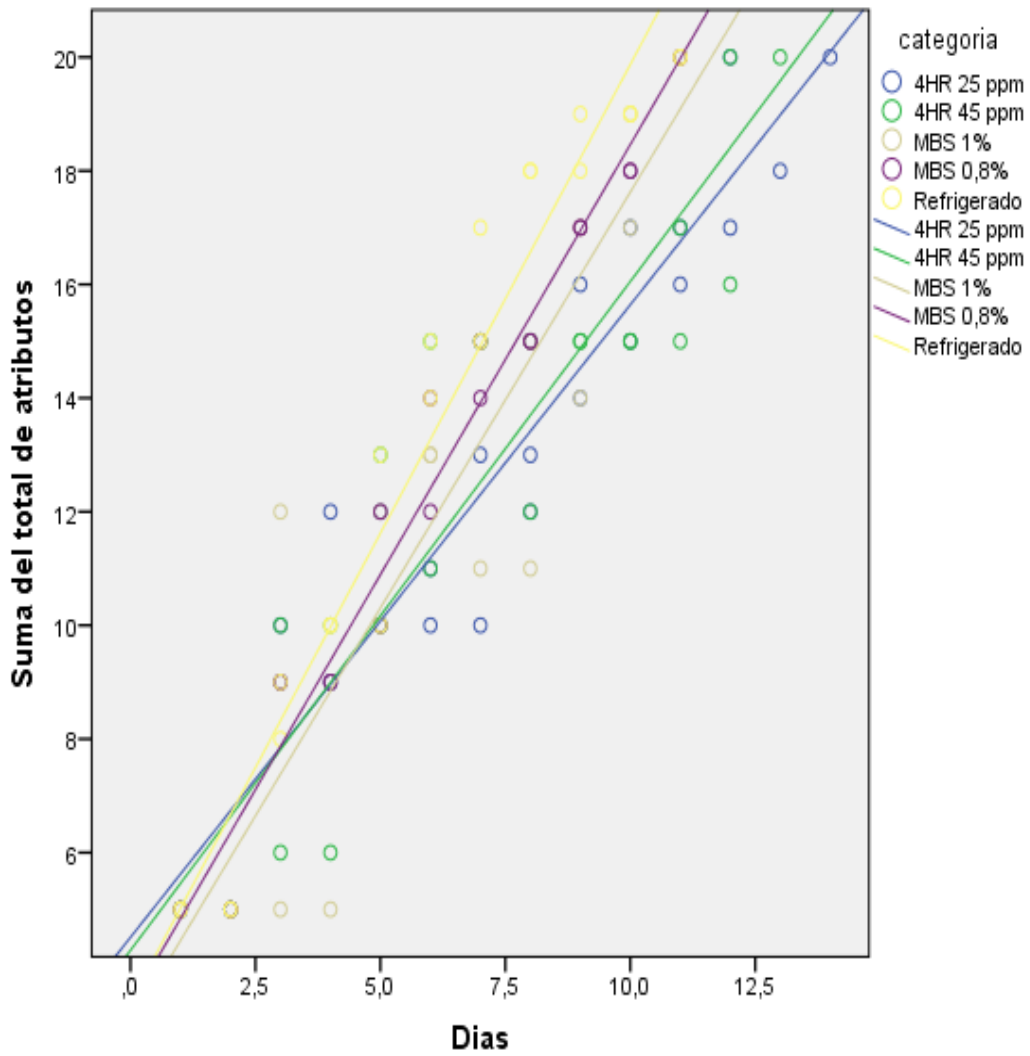


Figura 12. Comparación entre tratamientos (Refrigerados, MBS 0,8%, MBS 1%, 4HR 25 ppm y 4HR 45 ppm) por el método de mínimos cuadrados, considerando el total de los atributos.

6.2. Evaluación sensorial de la frescura considerando aspecto general y color

La evaluación de frescura de los camarones sometidos a los tratamientos de conservación (hielo, 4HR y MBS) considerando solamente los atributos de aspecto general y color (melanosis) (Ver tabla 3 y figura 13), muestran que el uso del aditivo 4HR prolongó en 4 días la vida útil de los camarones con relación a los que fueron sólo refrigerados.

El registro fotográfico de los ensayos que ilustra los cambios en los atributos de aspecto general y color se exponen en las figuras 14 a la 34 (Ver anexo).

Tabla 3. Tabla de coeficientes (apariencia general y color)

Categoría	Modelo		Coeficientes			
			Coeficientes no estandarizados		95,0% intervalo de confianza para B	
			B	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
4HR 25 ppm	1	(Constante)	2,102	,370	1,339	2,865
		Días	,401	,046	,305	,496
4HR 45 ppm	1	(Constante)	1,672	,392	,861	2,483
		Días	,469	,051	,363	,574
M 1%	1	(Constante)	1,345	,545	,209	2,482
		Días	,609	,080	,442	,777
M 0,8%	1	(Constante)	1,382	,315	,725	2,039
		Días	,641	,046	,544	,738
Refrigerados	1	(Constante)	1,491	,355	,750	2,232
		Días	,691	,052	,582	,800

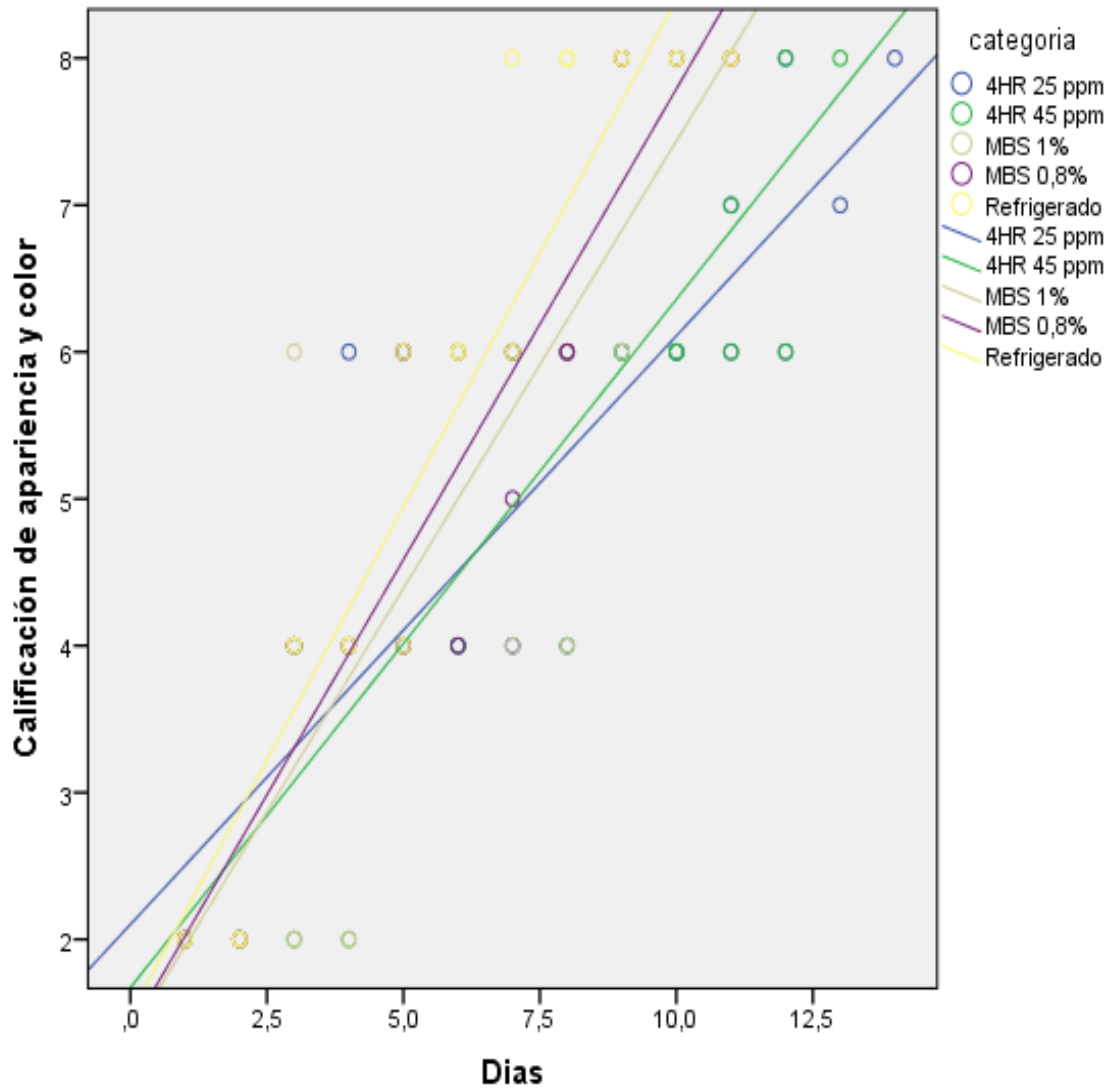


Figura 13. Comparación entre tratamientos (Refrigerados, MBS 0,8%, MBS 1%, 4HR 25 ppm y 4HR 45 ppm) por el método de mínimos cuadrados, considerando los atributos apariencia y color.

6.3. Uso de aditivos para la conservación del camarón rosado en el sureste del país

Se entrevistaron a los tres principales acopiadores de camarón del departamento de Rocha. Las tres entrevistas realizadas en los sitios de pesca y de primer acopio, muestran que el MBS es actualmente utilizado para la preservación de los camarones enteros o pulpa congelada.

Todos los acopiadores aplican el MBS en un baño de agua hielo y en concentraciones variables y en algún caso mayores a las dosis recomendadas, basadas en su propia experiencia de uso. Estas prácticas fueron aprendidas en su historia familiar de integrantes vinculados por generaciones a la pesca (Tabla 4).

Tabla 4. Perfil de los entrevistados y modalidad de uso de MBS en el tratamiento de camarones en los centros de acopio.

Entrevista	Categoría	Antigüedad en la pesca	Origen de los productos de la pesca que acopia, procesa y comercializa	Especies	Sitio de acopio
C1	acopiador	> 25 años	pesca artesanal en las lagunas y en el océano, pesca industrial y productos importados	peces moluscos crustáceos	La Paloma
L2	acopiador	> 30 años	pesca artesanal en las lagunas y en el océano, pesca industrial y productos importados	peces moluscos crustáceos	La Paloma
V3	acopiador-pescador	>40 años	pesca artesanal en las lagunas	peces	Arroyo Valizas

Dosificación declarada	Modalidad de uso
C1 no da información de concentración	En pulpa pelada baño en agua hielo +MBS
L2 variable 100 g /10 l (1%) o	En camarón entero y/o pulpa pelada baño con MBS en agua hielo y baños sucesivos en agua de glaseo con MBS
V3 variable 100 g /10 l (1%) o	En camarón entero baño con MBS en agua hielo

7. DISCUSIÓN

La vida útil de los camarones refrigerados sin aditivos fue de 10 días, no coincidiendo con los autores Montero y col. (2004) y Du y col. (2015) que llegan al día 4 de vida útil. Zaitsev y col. (1969) determina la vida útil para camarones refrigerados sin aditivos de 5-6 días. Martínez-Alvarez y col. (2008) obtuvo una vida útil de 7 días, almacenados a 2°C y hielo en escamas. En tanto, Odilichukwu y col. (2013) mantiene fresco en refrigeración sin aditivos a los camarones por 12 días en las mismas condiciones (hielo y refrigeración 4°C).

Con relación al tratamiento con MBS 1% se determinó una vida útil de 11 días y para el tratamiento con MBS 0,8% unos 10 días. Leyton (1999) que utiliza concentraciones similares (0,7% a 1,25% de MBS) inhibe la melanosis en los camarones hasta el día 7. Gómez-Guillén y col. (2005) determinan que con mayores concentraciones de MBS (50 gramos por kilo, 5%) previene la melanosis por 5 a 6 días.

Con respecto al 4HR la duración máxima fue de 13 días, con concentraciones de 25 ppm. Risso y col. (2005) utiliza un tratamiento similar en un lote de langostinos enteros bañados por un minuto con una solución de 25 ppm y otra de 50 ppm refrigerado y concluye que la vida útil de los camarones es de 10 días para 50 ppm. Leyton (1999) utiliza una solución con 50 ppm por un minuto, inhibiendo la melanosis hasta por 14 días, alcanzando la mayor vida útil. Montero y col. (2004, 2006) utilizaron una concentración de 0,5% de 4HR para inhibir la melanosis hasta 11 días, no teniendo éxito con el uso de mayores concentraciones. Existiendo diferencias con los resultados obtenidos que con la menor concentración se prolongó más la vida útil.

8. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El 4HR aclara la coloración e inhibe la aparición de melanosis por más tiempo que la refrigeración y el MBS. Las tablas de evaluación sensorial de frescura habitualmente utilizadas ponderan con igual peso todos los atributos (apariencia general, color, olor, elasticidad y adherencia o fortaleza de la unión de cefalotórax - abdomen y de la unión de los apéndices al cuerpo). Se aconseja revisar las tablas de evaluación sensorial de frescura, que ponderan todos los atributos de forma igual, ya que para dar un juicio certero sobre la frescura, el peso de los atributos apariencia general y color son determinantes.

De las entrevistas realizadas se observa que los pescadores y acopiadores que lo utilizan, no controlan las cantidades recomendadas y esto podría ser un peligro potencial para la salud de los consumidores. Este peligro estaría minimizado por el bajo consumo *per cápita* de camarones enteros en Uruguay. No se encontró información referida al consumo de camarones en nuestro país pero puede asumirse que toda la extracción se comercializa en el mercado interno y que por tanto cada uruguayo consumiría en torno a 200 g de camarones en el año, si el consumo fuera uniforme por toda la población. Los peligros asociados a la ingesta de este conservante pudieran en todo caso provenir de otros productos alimenticios en los que se utiliza con frecuencia (ej. vinos). Debido al bajo consumo y a que la IDA es de 0-0,7mg/kg no existe peligro de provocar enfermedad en el consumidor.

Si bien los resultados estadísticos no mostraron la efectividad real del uso del MBS se podría usar siempre que se manipule de forma adecuada y se ajusten las cantidades. El aditivo MBS es atractivo para los pescadores que lo emplean, por los resultados que obtienen (mejor presentación), porque es de manipulación sencilla y de bajo costo. Sin embargo se observó que no toman los cuidados necesarios (uso de tapabocas) y no se descarta que pueda originar problemas respiratorios a los operarios, aunque esto no surge de las entrevistas realizadas.

Por otra parte el empleo de 4HR presenta dificultades por cuanto es de difícil dilución y las cantidades a utilizar son pequeñas y requieren de mayor precisión en la dosificación, lo que dificulta la manipulación para los pescadores artesanales. Su uso en cambio puede ser aconsejable para empresas en donde puedan implantarse Buenas Prácticas de Manufactura (BMP). En este caso es necesario hacer estudios de factibilidad económica ya que el costo puede superar los beneficios de su empleo.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Alasalvar C, Grigor JM, Ali Z (2011) Practical evaluation of fish quality by objective, subjective, and statistical testing. En: Alasalvar C, Shahidi F, Miyashita K, Wanasundara U (Eds) Handbook of seafood quality, safety and health applications. New Delhi, Wiley, p.13-29.
2. Álava JR, Gonzalez SP (2009) Mejoramiento de las características físicas y sensoriales del camarón congelado, ajustando el sistema combinado de I.Q.F. (salmuera por aspersión – aire forzado) en una Industria Camaronera. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería de Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 169p.
3. Alvarez MR (2000) Evaluación de tres metodologías de tratamiento con metabisulfito de sodio en la cosecha de camarones enteros para prevenir melanosis. Tesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana, 47p.
4. Archer M (2010) Sensory assessment scoresheets for fish and shellfish. Torry & Quim. Seafish 59p. Disponible en: http://www.seafish.org/media/publications/sensory_assessment_scoresheets_14_5_10.pdf. Fecha de consulta: 22 de Marzo 2018.
5. Astudillo – Morán MJ (2013) Evaluación de la melanosis del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* procesado en empacadora y sometido a congelación. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, 62p.
6. Begoña G, Alvarez O, Montero P, Gómez MC (2010) Characterization of phenoloxidase activity of carapace and viscera from cephalothorax of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*). LWT Food Science and Technology 43:1240 – 1245.
7. Bertullo, VH (1975) Tecnología de los productos y subproductos de pescados, moluscos y crustáceos. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 538p.
8. Boschi, E, Fischbach, CE, Iorio MI (1992) Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decapodos marinos de Argentina. Frente Marítimo, 10(A):7-94.
9. Carnevia D (2007) Plan nacional de desarrollo de la acuicultura. Estrategia general para el desarrollo de la acuicultura sostenible en la República Oriental del Uruguay. Montevideo, DINARA-FAO, 40p. Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/analisis_de_oportunidades_de_cultivo.pdf. Fecha de consulta: 27 de Marzo 2018.
10. Chace FA, Hobbs HH (1969) The freshwater and terrestrial decapod crustacean of the West Indies with special reference to Dominica. Estados Unidos (Washington D.C), Smithsonian Institution Press, 189p. Disponible en:

<https://decapoda.nhm.org/pdfs/11003/11003-001.pdf>. Fecha de consulta: 13 de Marzo de 2018.

11. Costa RC, Fransozo A, Melo GAS, Freire FAM (2003) Chaves ilustrada para identificação dos camarões dendrobranchiata do litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica, Vol. 3 (1). Disponible en: <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/fullpaper?bn01503012003+pt>. Fecha de consulta: 19 de Febrero 2018.
12. Díaz PM (2009) Utilización del metabisulfito de sodio como preservantes en las camarónicas. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, 19p.
13. DINARA (2017) Resolución N°046/2017. Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/res_dinara_046-2017_apertura_zafra_camaron.pdf. Fecha de consulta: 5 de febrero de 2018.
14. Du L, Chunxiang Ch, Gou M, Lu X (2015) A model for discrimination freshness of shrimp. Sensing and Bio-Sensing Reserch 6: 28- 32.
15. ELIKA (2011) Aditivos Alimentarios. Disponible en: http://www.elika.eus/datos/guias_documentos/Archivo14/folleto_aditivos.pdf
Fecha de consulta: 6 de Marzo 2018.
16. Fabiano G, Santana O (2006) Las pesquerías en las lagunas costeras salobres de Uruguay. En: Menafrá, Rodríguez R, Scarabino F, Conde D (ed). Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. Montevideo, Graphis, 657p.
17. FAO (2010) Estudio mundial sobre las pesquerías del camarón. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i0300s/i0300s.pdf>. Fecha de consulta: 20 de Enero de 2018.
18. FAO (2017a) La producción mundial de camarón se mantiene estancada o disminuye. Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/globefish/marketreports/resource-detail/es/c/880763/>. Fecha de consulta: 2 de Noviembre 2017.
19. FAO (2017b) Low farmed shrimp output for 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/globefish/marketreports/resource-detail/es/c/1070811/>. Fecha de consulta: 3 de Enero 2018.
20. FAO/OMS (2010) Programa conjunto de la FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comité del Codex sobre aditivos alimentarios. CX/FA 11/43/4. Xiamen, 13p. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFA/CCFA43/fa43_04s.pdf.
Fecha de consulta: 31 de Marzo de 2018.
21. FAO/OMS (2016) Codex Alimentarius: Norma general para los aditivos alimentarios. CODEX STAN 192-1995. Roma, 454p.

22. Fennema OR (1996) Food Chemistry. New York, Marcel Dekker, 1067p.
23. Fennema OR (2007) Food Chemistry. Boca Raton, CBR Press, 1160p.
24. Fenucci, JL (1988) Manual para la cría de camarones peinados. Roma, FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S00.htm#TOC>. Fecha de consulta: 1 de Febrero de 2018.
25. Food Today (2006) Aditivos alimentarios. En: UNED (Ed.). Anexo III: Aditivos Alimentarios. Diversos artículos de Food Today. 34p. Disponible en: <http://www2.uned.es/experto-biotecnologia-alimentos/docu/AnexoIII%20Aditivos%20Alimentarios.pdf>. Fecha de consulta: 5 de Marzo 2018.
26. Food Today (1998) Aditivos: ¿Los necesitamos? En: UNED (Ed.). Anexo III: Aditivos Alimentarios. Diversos artículos de Food Today. 34p. Disponible en: <http://www2.uned.es/experto-biotecnologia-alimentos/docu/AnexoIII%20Aditivos%20Alimentarios.pdf>. Fecha de consulta: 5 de Marzo 2018.
27. Gómez.Guillén M, Martínez-Alvarez O, Llamas A, Montero P (2005) Melanosis inhibition and SO₂ residual levels in shrimp (*Parapenaeus longirostris*) after different sulphite based treatments. European Food Research and Technology. 223:16-21. Disponible en: <https://www-scopus-com.proxy.timbo.org.uy:88/record/display.uri?eid=2-s2.0-33645999366&origin=inward&txGid=ca9818c158b6b3d2dcc1af9ceac1babb>. Fecha de consulta: 31 de Marzo de 2018.
28. Gonçalves AA, de Olivera RM (2015) Melanosis in crustaceans. LWT Food Science and Technology 65:719 – 799.
29. Ibáñez FC, Torre P, Irigoyen A (2003) Aditivos Alimentarios. Área de Nutrición y Bromatología. Universidad Pública de Navarra. Disponible en: http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/Funcionales/aditivos.pdf. Fecha de consulta: 5 de Marzo 2018.
30. IMPO (2017) Reglamento Bromatológico Nacional. 6ª edición. Montevideo, IMPO, CD ROM.
31. Llerena CE (2011) Evaluación del proceso de absorción del sulfito de sodio en músculo del camarón (*L. vannamei*) para el control de la melanosis. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 91p.
32. Leyton M (1999) Tecnología de procesamiento de productos hidrobiológicos congelados. XV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. Perú (Callao), Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, p. 82-88.

33. Madrid A (2014) Los aditivos en los alimentos: según la normativa de la Union Europea y la legislación española. Madrid, AMV, 445p.
34. Montero P, Ávalos A, Pérez M (2001) Characterization of polyphenoloxidase of prawns (*Penaeus japonicus*). Alternatives to inhibition: additives and high-pressure treatment. Food Chemistry, 75:317 – 324.
35. Montero P, Martínez-Álvarez O, Gómez-Guillén MC (2004) Effectiveness of onboard application of 4-hexylresorcinol in inhibiting melanosis in shrimp (*Parapenaeus longirostris*). Journal of Food Science, 69 (8): 643-647.d
36. Montero P, Martínez-Álvarez O, Zamorano JP, Alique R, Gómez-Guillén M (2006) Melanosis inhibition and 4-hexylresorcinol residual levels in deepwater in pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) following various treatments. European Food Research and Technology, 223:16- 21.
37. Martínez – Álvarez O, Gómez – Guillén C, Montero P (2008) Effect of different chemical compounds as coadjuvants of 4-hexylresorcinol on the appearance of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) during chilled storage. International Journal of Food Science and Technology, 43: 2010 – 2018.
38. New Jersey Department of Health and Senior Services (2005) Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. Número de sustancia RTK: 1708. Disponible en: <http://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1708sp.pdf>. Fecha de consulta: 16 de Marzo 2018.
39. Norbis W (2000) Estudios sobre la población de camarón Rosado (*Penaeus paulensis*) en la laguna costera de la reserva de biosfera bañados del este. Probides, 28: p. 1 – 47. Disponible en: <http://www.probides.org.uy/publica/dt/DT28.pdf>. Fecha de consulta: 15 de Enero de 2018.
40. OMS (2018) Aditivos Alimentarios. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/food-additives/es/>. Fecha de consulta: 5 de marzo 2018.
41. Odilichukwu Ch, Okpala R, Sim Choo W, Dykes A (2013) Quality and shelf life assessment of Pacific White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvested and stored on ice. LWT- Food Science and Technology, 55:110-116.
42. Pardio VT, Waliszewski KN y Zuñiga P (2011) Biochemical, microbiological and sensory changes in shrimp (*Panaeus aztecus*) dipped in different solutions using face-centered central composite design. International Journal of Food Science and Technology 46:305 - 314.
43. Peixoto S, Wasielesky W, Martino RC, Milach A, Soares R, Cavalli RO (2008) Comparison of reproductive output, offspring quality, ovarian histology and fatty acid composition between similarly-sized wild and domesticated. Aquaculture, 285: 201-206.

44. Risso S, Cerda R, Giannini D, Yeannes M (2005) Efectividad del aditivo 4-hexiresorcinol en inhibición de melanosis del langostino. *Fabibib*, 9: 225-231.
45. Rivero L (2012) Evaluación sensorial de la frescura del camarón (*Farfantepenaeus Paulensis*). Tesis de grado. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, 53p.
46. Santana O, Fabiano G (1992) Aspectos relevantes de la pesquería del camarón rosado (*Penaeus paulensis*) en lagunas costeras Uruguayas. *Frente Marítimo*, 12 A: 89-84.
47. Santana O, Fabiano G (1999) Medidas y mecanismos de administración de los recursos pesqueros de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay (Lagunas de José Ignacio, Garzón, Rocha y Castillos). Plan de Investigaciones Pesqueras INAPEPNUDURU/92/003, 165p.
48. Santana O, Fabiano G, Delfino E (2000) Ordenamiento de la pesquería del camarón rosado *Penaeus paulensis* Pérez Farfante, 1967 en las lagunas costeras salobres del Uruguay. Plan de Investigación Pesquera. INAPE/PNUD URU792/003, Montevideo, 26p.
49. Santana O, Fabiano G, Silveira S (2012) El camarón rosado: un favorito de la gastronomía regional. *Infopesca Internacional*, 50:29–33.
50. Santana O, Silveira S, Fabiano G (2009) Camarón rosado (*Farfantepenaeus paulensis*): 2009, una zafra excepcional. Jornada de Investigación Acuáticas y Pesqueras “Prof. Dr. Victor Bertullo” y VI Jornadas Técnicas de la Facultad de Veterinaria, Montevideo, p. 30-31.
51. Schmidt-Habbel H (1990) Avances en: Aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. Santiago de Chile, Universitaria, 156p.
52. SERNAC (2004) Aditivos alimentarios: Definiciones básicas e información para un uso responsable. Disponible en: <http://www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp-content/uploads/2013/08/Aditivos-alimentarios.-2004-SERNAC.pdf>. Fecha de consulta: 5 de Marzo 2018.
53. Skaphandrus (2018) Rede Global para Mergulho e Biologia Marinha. *Penaeus paulensis*, (Pérez Farfante, 1967), fotografías, fatos e características físicas Disponible en: <http://skaphandrus.com/pt/animais-marinhos/esp%C3%A9cie/Penaeus-paulensis>. Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2018.
54. Villegas F (1974) Informe preliminar sobre las posibilidades de cultivo de langostino *Penaeus paulensis*) Pérez – Farfante en lagunas salobres del Uruguay. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/view/342/267>. Fecha de consulta: 27 de Marzo de 2018.

55. Vitancurt J, Fagetti C, Wasielsky W, Cavalli R, Poersch L (2005) Experiencia de cultivo sustentable en camarón (*Farfantepenaeus paulensis*), en la laguna de Rocha, Uruguay. *Agrociencia 1 y 2* (IX): p 531-536. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/view/342/267>. Fecha de consulta: 30 de Marzo de 2018.
56. Zaitsev V, Lagunov L, Minder L (1969) *Fish Curing and Processing*. Moscow, Mir Publishers, 722p.

10. ANEXOS

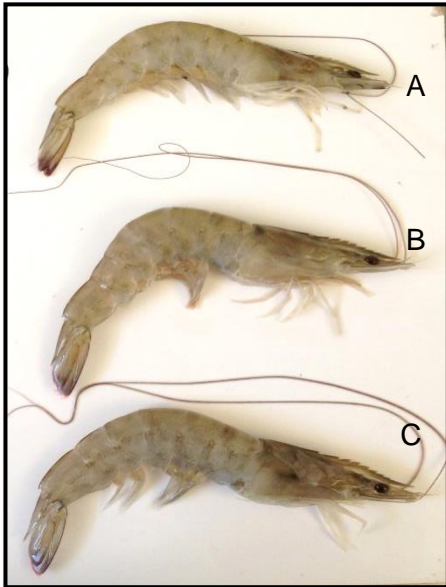


Figura 14. Muestra N°1 Día 1

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS



Figura 15. Muestra N°1 Día 3

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS

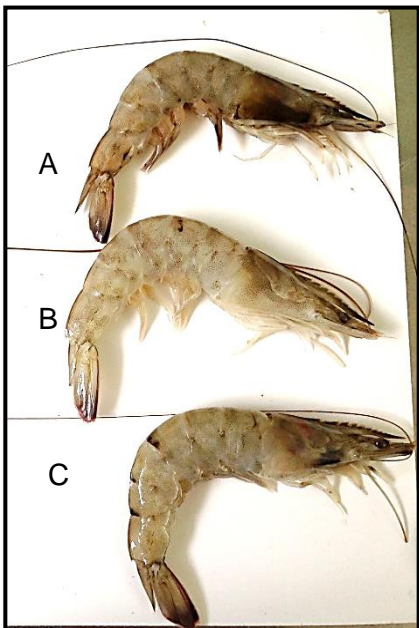


Figura 16. Muestra N°1 Día 6

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS

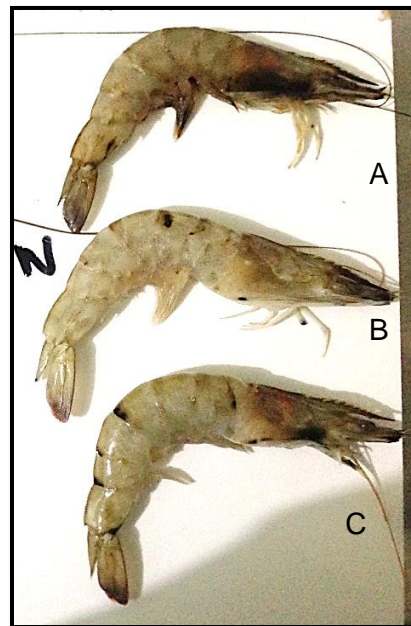


Figura 17. Muestra N°1 Día 9

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS

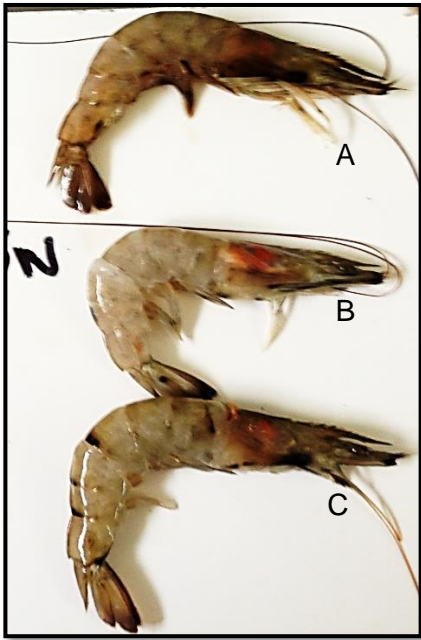


Figura 18. Muestra N°1 Día 12

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS



Figura 19. Muestra N°2 Día 1

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS

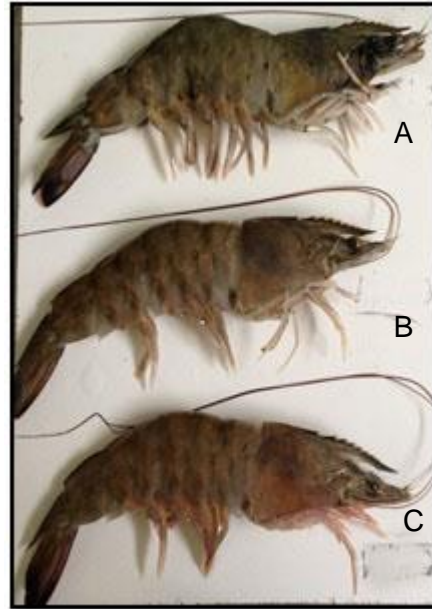


Figura 20. Muestra N°2 Día 3

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS

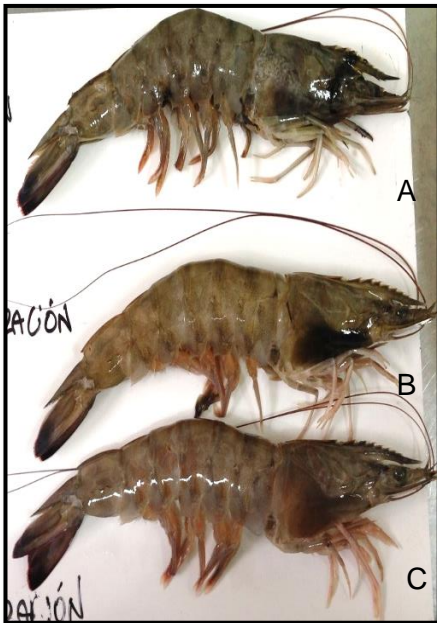


Figura 21. Muestra N°2 Día 6

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS

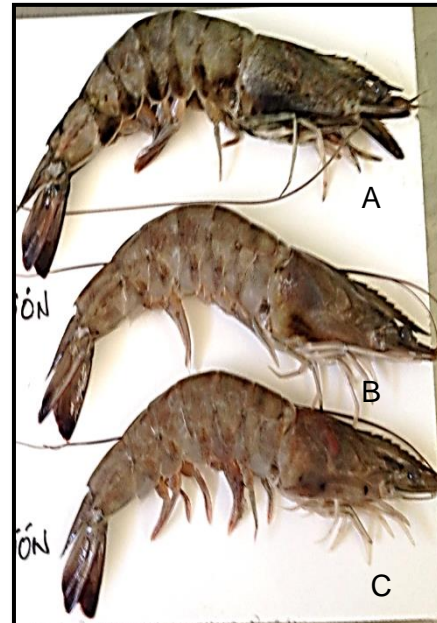


Figura 22. Muestra N°2 Día 9

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS



Figura 23. Muestra N°2 Día 12

A. Refrigerado

B. 1 % MBS

C. 0,8 % MBS

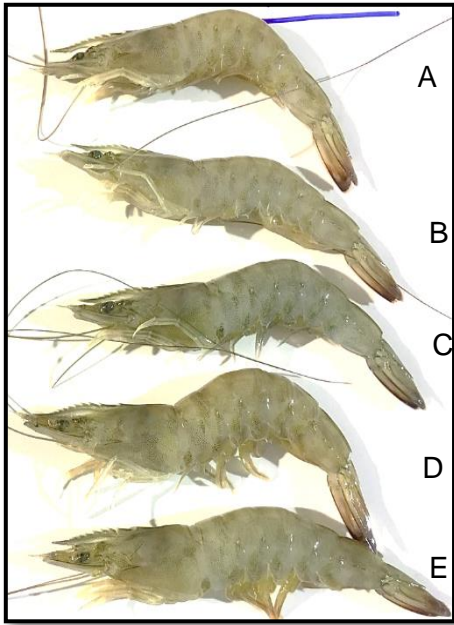


Figura 24. Muestra N°3 Día 0

- A. Refrigerado
- B. 1% MBS
- C. 0,8% MBS
- D. 45 ppm 4HR
- E. 25 ppm 4HR

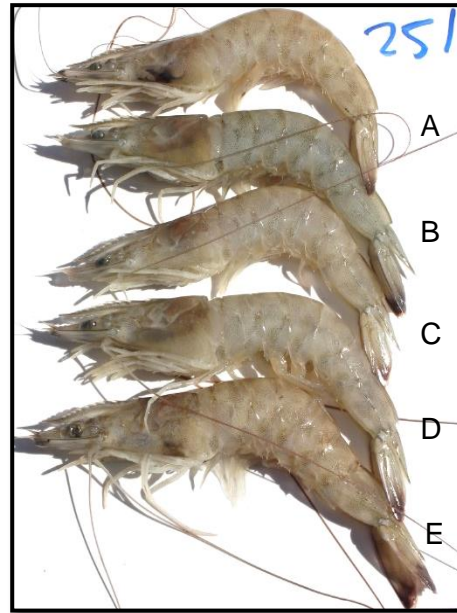


Figura 25. Muestra N°3 Día 3

- A. Refrigerado
- B. 0,8 % MBS
- C. 1% MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR

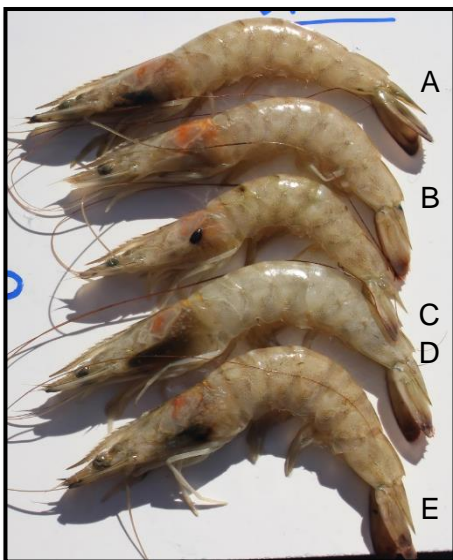


Figura 26. Muestra N°3 Día 6

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR



Figura 27. Muestra N°3 Día 9

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR



Figura 28. Muestra N°3 Día 12

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR

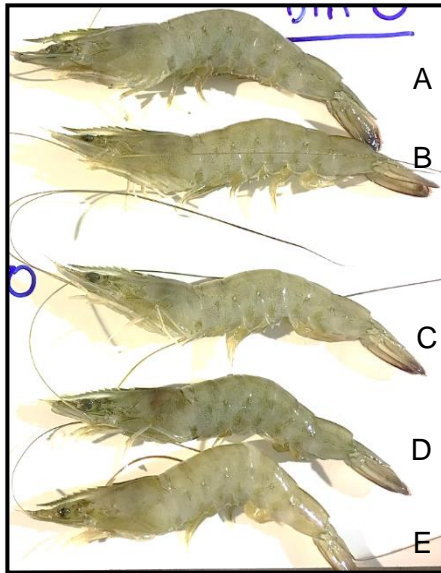


Figura 29. Muestra N°4 Día 0

- A. Refrigerado
- B. 1% MBS
- C. 0,8% MBS
- D. 45 ppm 4HR
- E. 25 ppm 4HR



Figura 30. Muestra N°4 Día 3

- A. Refrigerado
- B. 0,8 % MBS
- C. 1% MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR

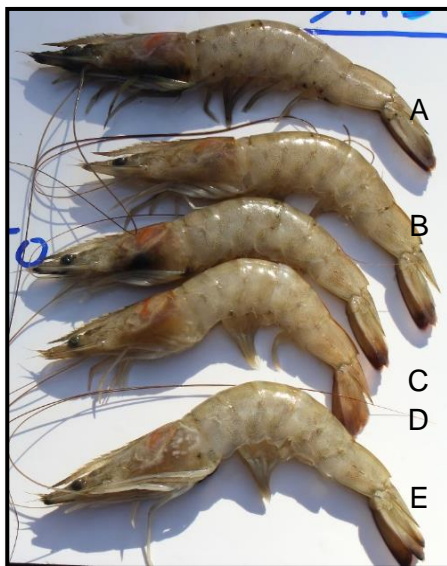


Figura 31. Muestra N°4 Día 6

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR



Figura 32. Muestra N°4 Día 9

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR



Figura 33. Muestra N°4 Día 12

- A. Refrigerado
- B. 1 % MBS
- C. 0,8 % MBS
- D. 25 ppm 4HR
- E. 45 ppm 4HR



Figura 34. Muestra N°4 Día 13
- 25 ppm 4HR