

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA
FRESCURA EN EL CALAMAR (*Illex argentinus*)**

por

**Adriana MARIN GIMENEZ
Cono Lidelmar VIDAL CALZADA**

**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: Estudio de caso

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2013**

PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS aprobada por:

Presidente de mesa:

Dr.: Daniel Carnevia

Segundo miembro (Tutor):

Dr.: José Pedro Dragonetti

Tercer miembro:

Dra.: Silvana Carro

Fecha: 31 de mayo de 2013

Autores:

Adriana Marín Giménez

Cono Lidelmar Vidal Calzada

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	4
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	6
SUMMARY	7
INTRODUCCIÓN	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
Calamar (<i>Illex argentinus</i>).....	10
Taxonomía.....	10
Distribución del <i>Illex argentinus</i> en el Uruguay.....	11
Características biológicas.....	11
Características morfológicas.....	12
Porción comestible	14
Cambios <i>post mortem</i>	14
Evaluación de la frescura.....	15
Deterioro	17
Sistemas de clasificación y puntuación para la evaluación sensorial del <i>Illex argentinus</i>	18
OBJETIVOS	20
HIPÓTESIS	21
METODOLOGÍA.....	22
Localización del proyecto.....	22
Muestreo y preparación de muestras	22
Pruebas	22
Evaluación sensorial.....	22
Medición pH.....	22
Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT) y Trimetilamina (TMA)	22
RESULTADOS.....	23
BNVT	23
TMA	24
NTMA.....	25
pH.....	26
Evaluación Sensorial	27
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES.....	30
RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

	Página
Cuadro 1 Desembarques industriales de calamar en toneladas (Uruguay - 2004 a 2008)	8
Cuadro 2 Porcentaje de calamar en el total de desembarques industriales (Uruguay - 2004 a 2008)	8
Cuadro 3 Exportaciones de calamar en toneladas y miles de dólares de Enero a Diciembre de 2009 (Uruguay).....	9
Cuadro 4 Porcentaje de calamar en las exportaciones totales del sector de Enero a Diciembre de 2009 (Uruguay).....	9
Cuadro 5 Composición química del <i>Illex argentinus</i> expresada en porcentaje de porción comestible	14
Cuadro 6 Parámetros químicos para pescados y sus productos expresados en mg/100g	16
Cuadro 7 Sistema de clasificación y puntuación para la evaluación sensorial del calamar (<i>Illex argentinus</i>).	18
Cuadro 8 Sistema representativo para la clasificación y puntuación de la evaluación sensorial del calamar (<i>Illex argentinus</i>).	19

FIGURAS

	Página
Figura 1 Fotografía de <i>Illex argentinus</i>	10
Figura 2 Área de distribución.....	11
Figura 3 Morfología externa y principales mediciones realizadas en calamares	13
Figura 4 Evolución de BNVT en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado.....	23
Figura 5 BNVT promedio en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado	23
Figura 6 Evolución de TMA en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado.....	24
Figura 7 TMA promedio en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado	24
Figura 8 Evolución de NTMA en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado	25
Figura 9 NTMA promedio en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado.....	25
Figura 10 Evolución del pH en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado.....	26
Figura 11 pH promedio en calamar (<i>Illex argentinus</i>) refrigerado	26
Figura 12 Descomposición aeróbica y anaeróbica del glucógeno en el músculo del pescado	29

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes y no docentes de Facultad, en especial al Instituto de Investigaciones Pesqueras “Prof. Dr. Víctor H. Bertullo” por compartir sus conocimientos y facilitarnos las instalaciones para realizar este trabajo.

A todas las personas que de una u otra forma, colaboraron y participaron en la elaboración de esta tesis, muchas gracias.

Cono: “A mamá (Yaya Gladys), a papá (Tata bigote), mi hermano Pablo y mis dos sobrinas del alma Rochi y Flopy. A mi Natita por estar siempre a mi lado y a mi hijo Dante por ese empujón final para terminar con esta carrera. Gracias a ellos por estar siempre a mi lado y hacer todo posible”.

RESUMEN

Los moluscos (*Mollusca*, del latín *molluscum* "blando") forman uno de los grandes *phyla* del reino animal. Son invertebrados protóstomos celomados, triblásticos con simetría bilateral (aunque algunos pueden tener una asimetría secundaria) y no segmentados, de cuerpo blando, desnudo o protegido por una concha. Son los invertebrados más numerosos después de los artrópodos e incluyen formas tan conocidas como las almejas, ostras, calamares, pulpos, babosas y una gran diversidad de caracoles, tanto marinos como terrestres. Los moluscos cefalópodos, en especial el calamar (*Illex argentinus*) son el rubro más importante dentro de las exportaciones de productos de la pesca de nuestro país luego del pescado. Para el siguiente estudio se seleccionó la especie antes mencionada, por ser el cefalópodo más abundante del Atlántico Sur Occidental y el de mayor captura dentro de la Zona Común de Pesca. En la actualidad, para la evaluación de la frescura del *Illex argentinus*, tanto a nivel nacional como internacional, se utilizan los mismos parámetros que para la evaluación del pescado. Esto tiene como inconveniente el hecho de que no se considera que se está evaluando la frescura en dos grupos zoológicos distintos: invertebrados y vertebrados. Para la evaluación sensorial, debemos considerar que los parámetros que se estudian de rutina en el pescado: olor, color, textura y elasticidad muscular, no varían de la misma forma en el calamar. Además se debe considerar la especie de calamar que se está estudiando, en este trabajo nos referirnos exclusivamente a *Illex argentinus*. Evaluamos el grado de frescura por métodos químicos, el utilizado en este trabajo fue la dosificación de bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT), por el método de Microdifusión de Conway. Como valores de referencia tanto el Reglamento Bromatológico Nacional del Uruguay como el *Codex alimentarius* y las Normas Mercosur, presentan como límite 30 mg% de BNVT para pescado, no haciendo ninguna especificación para cefalópodos. Por lo que si tomamos estos valores como referencia, no estaría de acuerdo con lo hallado en este trabajo ya que estos se alcanzaron 3 a 4 días después de ser descartados sensorialmente. Se trabajó con 20 muestras de *Illex argentinus* a las que se mantuvieron refrigeradas (0 a 3°C) en cámara acondicionadas con hielo en escamas y se les fue determinando los valores de BNVT y pH cada 48hs. Paralelamente y en simultáneo se realizó la evaluación sensorial de los ejemplares estudiados, hasta que se los dictaminó como no aptos para consumo humano. En todos los casos se realizó la determinación de BNVT y la medición de los valores de pH.

Se pudo comprobar que los valores de las BNVT aumentaron significativamente a partir del día n° 12 del almacenamiento frigorífico (0 a 3°C). Sensorialmente a partir de día n° 9, desde el punto de vista de la frescura, ya no se encontraban aptas para consumo humano. En lo que respecta al pH no presentaron modificaciones significativas que sugieran su utilización como parámetro para la evaluación del grado de frescura en *Illex argentinus*. Los resultados obtenidos permiten concluir que en los ejemplares estudiados no es aconsejable utilizar BNVT y pH ya que no fueron buenos índices para la

evaluación de la frescura. Se recomienda investigar otros parámetros químicos como índice del grado de frescura.

SUMMARY

Molluscs (*molluscum* the Latin expression for “soft”) compose one of the largest *phyla* of the animal kingdom. They are invertebrate protostomes coelomates, triploblastic, non-segmented, soft-bodied organisms either with or without shell and presenting bilateral symmetry (although, some may present secondary asymmetry). They are the most numerous invertebrates after arthropods, and they include: clams, oysters, squids, octopuses, slugs and a great diversity of snails, not only sea snails, but also land snails. Cephalopod molluscs, especially squids (*Illex argentinus*) are the most important items amongst the fishery exports of our country (Uruguay) apart from fish. I selected the *Illex argentinus* species in the current study because it is one of the most common cephalopods in the South-Western Atlantic and the one that is mostly captured within the Argentine-Uruguayan Common Fishery Zone. When it comes to evaluating the freshness of the *Illex argentinus*, currently the parameters used for evaluating the quality of the fish are the same, either at national or international level. However, this has a disadvantage, which is not considered: the evaluation of freshness is being carried out in two different groups, invertebrates and vertebrates. Regarding to sensory evaluation, we should consider routine parameters pondered in fish, such as: smell, colour, texture and muscle elasticity, which do not vary in the same way in squids as they do in fish. Moreover, we have to consider the type of squid studied - *Illex argentinus* - as well. Freshness levels were evaluated through chemical methods, by means of dosing nitrogen concentration of TVB-N, using Conway’s micro-diffusion technique. Uruguay National Bromatological Regulation, *Codex alimentarius* and Mercosur standards presented as 30 mg% limit for fish BNVT making no specification for cephalopods. So if we take these values as a reference, I would not agree with the findings of this study as these were reached 3-4 days after being discarded sensory. I worked with twenty samples of *Illex argentinus* which were kept refrigerated (between 0°C and 3°C) in chambers in flake ice and whose TVB-N and pH values were assessed every 48 hours. At the same time, sensory evaluation was carried out until they were determined unfit for human consumption. In all cases, TVB-N and pH concentration were measured periodically. It was verified that the TVB-N value increased significantly from the twelfth day of frigorific storage (0 to 3°). Related to freshness samples were not considered fit for human consumption since the ninth day. pH values did not show significant variations which may have suggested its use as a valuable indicator to test levels of freshness in *Illex argentinus*. Therefore, the results obtained lead me to conclude that, with respect to the *Illex argentinus*, it is not advisable to use either TVB-N or pH as indicators to evaluate freshness. Contrarily, it is advisable to explore other chemicals variables as alternative freshness-level indicators.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos de origen marino son una importante fuente de proteína de origen animal para la alimentación humana.

Los recursos pesqueros de mayor importancia a nivel mundial y nacional son los peces, inmediatamente detrás de éstos se encuentran los moluscos cefalópodos y dentro de éstos los decápodos.

Los calamares son apreciados por el consumidor por su sabor, textura y ausencia de espinas. La fracción comestible está compuesta por el manto y los tentáculos (Ayçaguer, 2009)

Illex argentinus (ver figura 1) es el recurso pesquero más importante para nuestro país luego de los peces. En los cuadros 1 y 2 se indican valores de los desembarques entre los años 2004 y 2008 según el Boletín Estadístico de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), en los cuadros 3 y 4 se muestran los valores de las exportaciones del recurso en el mismo período.

Datos estadísticos

DESEMBARQUES

Cuadro 1 Desembarques industriales de calamar en toneladas (Uruguay - 2004 a 2008)

Especie	2004	2005	2006	2007	2008
Calamar	4.728,30	7.743,16	16.277,48	15.900,05	10.896,75

Fuente: DINARA, 2009

Cuadro 2 Porcentaje de calamar en el total de desembarques industriales (Uruguay - 2004 a 2008)

Especie	2004	2005	2006	2007	2008
Calamar	4,012%	6,380%	12,34%	14,807%	10,019%

Fuente: DINARA, 2009

EXPORTACIONES

Cuadro 3 Exportaciones de calamar en toneladas y miles de dólares de Enero a Diciembre de 2009 (Uruguay)

Especie	Toneladas	Miles USD FOB	Precio promedio (FOB/Ton)
Calamar	2.988,00	5.863,00	1,962

Fuente: DINARA, 2009

Cuadro 4 Porcentaje de calamar en las exportaciones totales del sector de Enero a Diciembre de 2009 (Uruguay)

Especie	Toneladas	FOB
Calamar	3,204%	3,248%

Fuente: DINARA, 2009

En lo que refiere a las exportaciones realizadas por nuestro país en el 2009, se destacan los siguientes destinos: Brasil, Italia, EEUU, China y España (DINARA, 2009).

Para la evaluación de la frescura en los productos de la pesca el método más utilizado es la evaluación sensorial, debido a que permite detectar y evaluar rápida y eficientemente cambios en la frescura y calidad de los mismos. Los métodos de laboratorio más utilizados en la evaluación de la frescura en peces son determinaciones de bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT) y trimetil amina (TMA), estando bien definidos los valores de referencia para éstos, no así para los cefalópodos. Melaj *et al.*, 1997 para la evaluación de la frescura de *Illex argentinus* utiliza la evaluación sensorial y como métodos de laboratorio la dosificación de BNVT, TMA, ácidos grasos y agmatina.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Calamar (*Illex argentinus*)



Figura 1 Fotografía de *Illex argentinus*

Taxonomía

Reino: *Animalia*

Filo: *Mollusca*

Clase: *Cephalopoda*

Orden: *Teuthida*

Familia: *Ommastrephidae* Owen, 1846

Especie: *Illex argentinus* Castellanos, 1960

Nombre común: Calamar, Pota argentina, lula, squid.

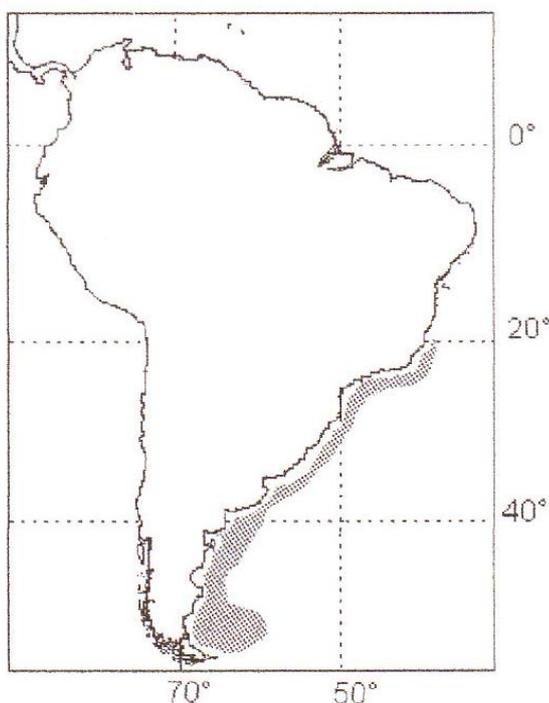
Nombre en inglés: *Argentine shortfin squid*.

Otros nombres científicos sinónimos: *Ommastrephes argentinus*, *Illex illecebrosus argentinus*.

Distribución del *Illex argentinus* en el Uruguay

Es una especie nerítico-oceánica que ha sido encontrada desde los 54° S hasta los 23°S, y su presencia es frecuente entre los 52°S y los 35°S (Figura 2) (Ivanovic y Brunetti, 1994).

Figura 2 Área de distribución



Fuente: Brunetti et al., 1999

Características biológicas

El largo de manto (LM) oscila entre los 20 y 39 cm en los adultos, alcanzando las hembras tamaños superiores a los de los machos. La madurez sexual se presenta antes en los machos que en las hembras. Las hembras maduras son fecundadas en la desembocadura del oviducto, la que se sitúa en la base de las branquias.

Illex argentinus es un predador oportunista muy voraz cuya dieta se compone de organismos pelágicos, fundamentalmente anfípodos, en tanto eufáusidos, peces mictófidios y calamares son consumidos en menor medida. Las tallas de

las presas varían considerablemente, desde los eufáusidos de 2-3 mm de largo total hasta mictófidos de 14 cm de largo total (Ivanovic y Brunetti, 1994).

El calamar argentino en su extensa área de distribución es presa de una amplia variedad de peces, mamíferos y aves marinas, lo que ha sido comprobado por el estudio de los contenidos estomacales, en los que se encontraron estructuras tales como picos, estatolitos y gladios (Brunetti *et al.*, 1999).

Características morfológicas

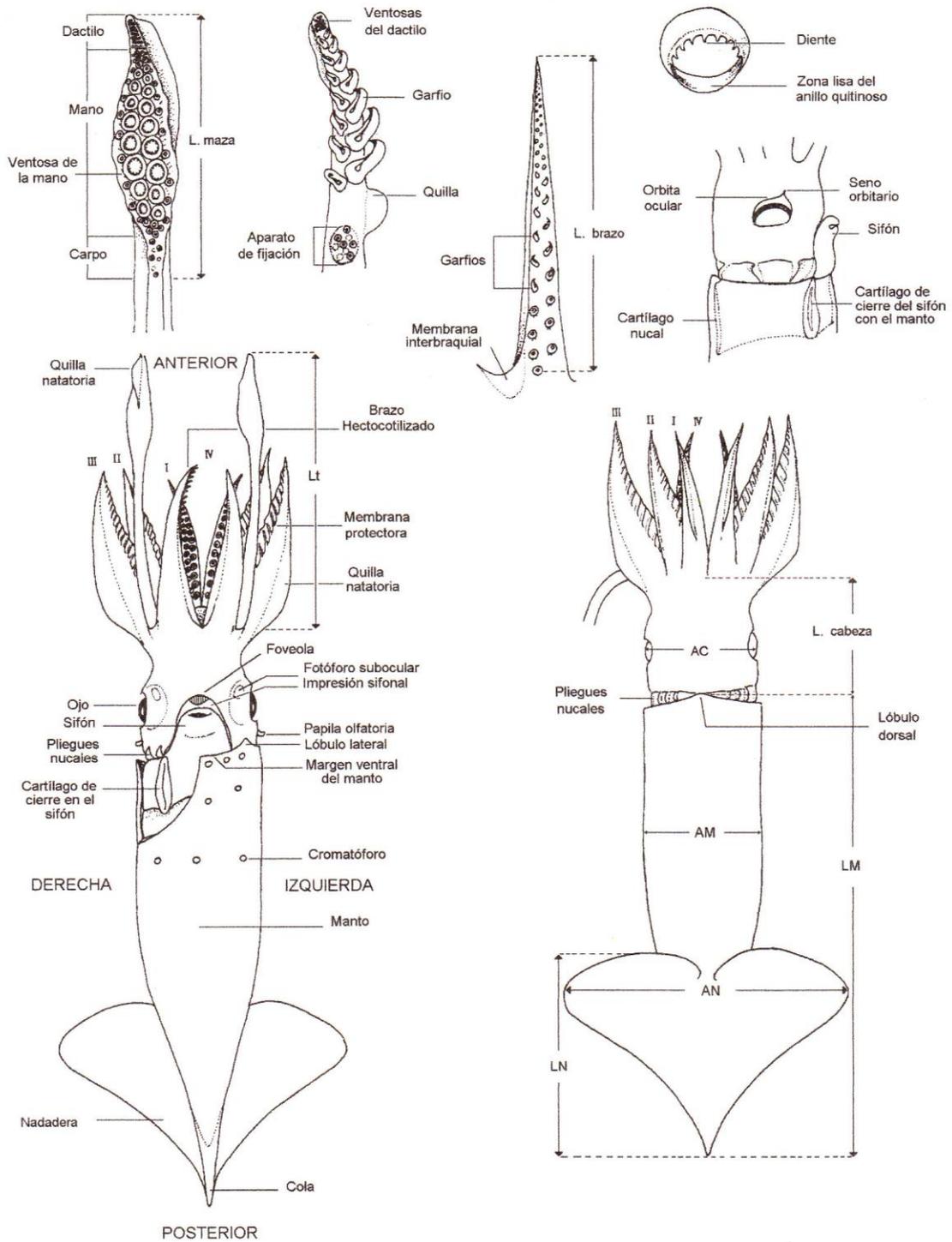
El cuerpo se divide en dos regiones:

- Anterior o cefalopodio (comprende cabeza y los apéndices) y una
- Región posterior o visceropaleal (formada por el manto, las vísceras y cavidad paleal) (Dragonetti, 2008)

Se caracterizan por tener la cabeza bien desarrollada y rodeada por diez apéndices móviles (cuatro pares de brazos y un par de tentáculos). Sobre la superficie oral de los brazos se presentan en general dos hileras de ventosas con anillos quitinosos denticulados, lisos o transformados en ganchos. La boca se abre en el interior de la corona de brazos y lleva un par de mandíbulas o pico. El agua que se encuentra dentro del manto, es expelida a través del sifón, lo que sirve como medio de propulsión. El esqueleto está representado por una conchilla interna quitinosa, denominada pluma o gladio. La coloración del calamar es muy variable, debido a la presencia en la dermis de células cargadas de pigmento (cromatóforos) invadas desde el cerebro. Éstas tienen la capacidad de contraerse y expandirse adaptando la coloración del animal al medio que lo rodea. Las especies que habitan en aguas profundas presentan órganos luminosos complejos (fotóforos) en diferentes partes del cuerpo. Una particularidad notable de estos animales es la diferenciación, a partir del aparato digestivo, de una glándula secretora de tinta, la cual le permite ocultarse de sus depredadores.

Un amplio rango de tamaños se observa dentro de este grupo, desde pequeños adultos de 1 centímetro LM hasta los calamares gigantes que pueden alcanzar los 2.5mts de LM. En promedio, las especies comerciales se encuentran entre los 15 y 30 cm LM y de 0,1 a 4,0 kilogramos de peso (Brunetti *et al.*, 1999).

Figura 3 Morfología externa y principales mediciones realizadas en calamares



Fuente: Brunetti et al., 1999

Porción comestible

Está compuesta por el manto y los tentáculos (Ayçaguer, 2009). Según Cabello (2004) los cefalópodos presentan un buen contenido en proteínas y bajo contenido en grasa, lo que los hace importantes para contribuir al aumento del nivel proteico y de calorías en el hombre (Cuadro 5).

Cuadro 5 Composición química del *Illex argentinus* expresada en porcentaje de porción comestible

Proteína Bruta	Materia Grasa	Ceniza	Humedad
18.2	2.03	1.71	78.80

Fuente: Suyama & Kobayashi (1980)

La parte de mayor valor comercial es el manto o tubo eviscerado, sin piel, pluma ni aletas. Se puede comercializar entero o cortado en aros (rabas). Para facilitar el pelado se desecha el primer anillo, ya que en éste se encuentran estructuras cartilaginosas que disminuirían su valor comercial. De menor valor son los brazos y tentáculos dado que su conformación muscular los hace más duros, hecho por el cual se los suele destinar a la industria de la conservería donde la aplicación de calor y presión los ablandan; o bien la elaboración de escabeches donde son ablandados por acción de ácidos orgánicos (Dragonetti, 2008).

Cambios *post mortem*

Yoshioka *et al.*, (2003) estudiaron los cambios de color que se producen en la piel del dorso de *Todadores pacificus*. Relacionaron los cambios producidos con la expansión de los melanóforos localizados en la epidermis de esta especie.

En los calamares recién muertos se observan una serie de puntos negros diseminados en la superficie de la piel, en las zonas libres de éstos es posible apreciar la translucidez del músculo.

Luego de 12 a 24 hs de almacenamiento a 0°C se extiende el color negro debido a la contracción de los músculos que rodean a los melanóforos. Transcurridas las 48 hs de almacenamiento se va perdiendo gradualmente la coloración negra, probablemente debido a la contracción de los melanóforos que acompaña la relajación de las fibras musculares. Para la evaluación de los calamares destinados a ser consumidos crudos (*sashimi*) Yoshioka *et al.*, (2003) estudiaron la translucidez del músculo del manto y señalaron que en el calamar vivo el músculo es translúcido, sin signos de turbidez. Ésta aumenta

drásticamente en las primeras 24 hs posteriores a la muerte del animal. Este fenómeno se debería al solapamiento de los filamentos de actina y miosina durante la contracción muscular. El enturbiamiento muscular se enlentece durante el *Rigor Mortis*. Otro factor que influye en el aumento de la turbidez es la desnaturalización proteica (Yoshioka *et al.*, 2003).

Evaluación de la frescura

Las características de los productos frescos y alterados han sido extensamente estudiadas para pescado. Esto no es así en el caso de los moluscos, para los que se cuenta con escasos estudios sobre los mecanismos de la alteración. Lo más estudiado en ellos son los cambios sensoriales, especialmente las variaciones de color del manto. Éste es un parámetro muy importante debido a la presencia de cromatóforos, éstos se alteran rápidamente después de la muerte, por autólisis, por daño mecánico provocado por los cristales de hielo etc. Los estudios microbiológicos sobre la microbiota natural o propia del calamar y la que se presenta durante la alteración son escasos, especialmente en *Illex argentinus*.

Los métodos tradicionalmente utilizados para la evaluación de la frescura son:

A) Evaluación sensorial.

B) Determinación de BNVT.

A) La evaluación sensorial es una disciplina científica empleada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones características del alimento, las cuales son percibidas a través de los sentidos vista, olfato, gusto y tacto (Nanto *et al.*, 1993).

En la mayoría de los casos, la detección de las alteraciones y defectos se realiza de forma eficaz y rápida por el sentido de la vista. El sentido del tacto se utiliza para evaluar la textura (consistencia, dureza, elasticidad, sequedad, jugosidad, aspecto farináceo o fibroso). La gama de olores existentes entre el producto muy fresco y el producto alterado pueden diferenciarse fácil y rápidamente, permitiendo estimar el grado de frescura de forma precisa. (Connell, 1978).

B) En el músculo de especies marinas existen compuestos nitrogenados no proteicos que sirven como índice de frescura. Estos son, solubles en agua y de bajo peso molecular. Los principales componentes de esta fracción son: bases volátiles como el amoníaco y el óxido de trimetilamina (OTMA), creatina, aminoácidos libres, nucleótidos y bases purinicas (Huss, 1998). El OTMA interviene directamente en el proceso de osmorregulación lo que permite mantener dentro de ciertos límites el contenido de agua y la concentración de solutos en los recursos marinos (Huidobro A y Tejada M, 1990). La reducción del OTMA es fundamentalmente debido a la acción bacteriana, aunque algunas

especies de peces contienen en sus tejidos una enzima (OTMA-asa u OTMA-dimetilasa), capaz de descomponer el OTMA en dimetilamina (DMA) y formaldehído (Huss, 1998). La determinación de BNVT es un término general que incluye la medición de TMA (producido por reducción bacteriana), dimetilamina (producidas por enzimas autolítica durante el almacenamiento en congelación), amoníaco (producidas por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) y otros compuestos nitrogenados básicos volátiles asociados con el deterioro de los productos pesqueros (Huss, 1998).

La determinación de BNVT es el parámetro químico más utilizado para la evaluación de la frescura en pescado. El contenido de TMA y BNVT aumenta al producirse deterioro por acción enzimática, siendo utilizados como índices de calidad en productos marinos (Baixas-Nogueiras, *et al.*; 2001).

En cuanto a los parámetros químicos, la normativa internacional señala para pescado BNVT: Inferior a 30 mg%, excluidos los elasmobranquios (Norma Mercosur, 1994),

Según el Reglamento Bromatológico Nacional, Decreto 315/994:

“Se prohíbe la comercialización de los pescados y sus derivados que: presenten un contenido de BNVT superior a 30 mg% (se exceptúa los elasmobranquios)”, no haciendo referencia específica para calamares.

Connell (1978) propone para cefalópodos como límite de aceptabilidad BNVT: 40-50mg% teniendo como nivel máximo de aceptabilidad 70mg%.

Cuadro 6 Parámetros químicos para pescados y sus productos expresados en mg%

	NTMA	TMA	BNVT
<i>Fresco</i>	0 - 10	0 - 40	0 - 30
Dudoso	11 - 20	41 - 84	31 - 49
Alterado	> 20	> 84	> 50

Fuente: Datos utilizados en el Instituto de investigaciones Pesqueras “Prof. Dr. Víctor H. Bertullo”. Facultad de Veterinaria – Universidad de la República, 1978

Deterioro

Los cefalópodos frescos son sumamente perecederos y han de manipularse en todo momento con gran cuidado y de manera que se evite la contaminación y se inhiba el desarrollo de microorganismos. Los cefalópodos no deben exponerse a la luz directa del sol y habrán de protegerse contra la desecación causada por el viento o contra cualquier otro efecto perjudicial de los elementos. Se limpiarán cuidadosamente y se enfriarán hasta que alcancen la temperatura del hielo en fusión, es decir 0°C (32°F), con la mayor rapidez posible (*Codex Alimentarius*, 1993).

Retirando la piel evaluamos el color del manto, en los ejemplares muy frescos es traslúcido (Yoshioka *et al.*, 2003). Durante el almacenamiento frigorífico el músculo de calamar fresco (*Illex argentinus*) es de un color blanco marfilino.

A medida que avanza la descomposición, el color se va tornando más rojizo (Agenjo, 1980) llegando a un color vinoso en los ejemplares más alterados.

La evaluación de la textura y la elasticidad muscular es un dato menos relevante ya que por la disposición de las fibras musculares y el colágeno, el músculo mantiene cierta firmeza y elasticidad aunque el ejemplar se encuentre alterado.

El olor lo tomaremos en el interior del manto. Debemos considerar que éste es completamente distinto al pescado. En calamares frescos (*Illex argentinus*) es agradable característico. Cuando está alterado si bien es desagradable, nunca presentará el olor típicamente amoniacal del pescado en iguales condiciones. En los cefalópodos el olor es mucho más aromático y menos ofensivo a los sentidos. Uno de los compuestos responsables del olor característico del calamar alterado, es la Agmatina (Yamanaka, 1987).

Se debe prestar especial atención al grado de repleción del estómago. Cuanto mayor sea éste, mayor será la actividad enzimática digestiva. Ésta se sumará a la de las enzimas tisulares favoreciendo a los fenómenos autolíticos.

Dependiendo del momento del ciclo reproductivo, podemos encontrar en las hembras las glándulas nidamentarias. Éstas son de estructura gelatinosa de color blanco o blanco amarillento, responsables de elaborar el material con que la hembra protege su puesta formando un “nido”. La presencia de glándulas nidamentarias, es más relevante desde el punto de vista tecnológico porque dificulta la limpieza del tubo, que del punto de vista del deterioro propiamente dicho (Dragonetti, 2008).

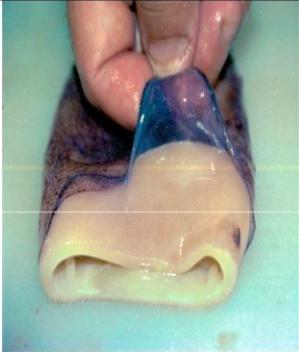
Sistemas de clasificación y puntuación para la evaluación sensorial del *Illex argentinus*.

Cuadro 7 Sistema de clasificación y puntuación para la evaluación sensorial del calamar (*Illex argentinus*).

características	0	1	2	3
Piel	Brillante, húmeda, lisa, elástica, íntegra fácil de desprender, mucus transparente	Íntegra, Húmeda y lisa, mucus viscoso y traslucido.	Algo seca, puede presentar desgarros. Mucus turbio, espeso y escaso	Seca con desgarros sin mucus, difícil desprendimiento
Músculo	Traslucido, consistente y elástico	Blanco ,Blanco marfilino, firme y elástico	Duro , poco flexible, con manchas o ligeramente rosado	Rojo ,rojo violáceo, ligera disminución de la textura el color es por difusión de la pigmentación
Ojo	Convexo, brillante, traslucido, vivos, sobresalen de sus orbitas	Ligeramente convexos aplanado, traslucido, húmedos, prominentes, redondos	Plano ,opacos, algo secos, no sobresalen de sus orbitas o ligeramente hundidos	Cóncavo, opacos, secos
Olor	Propio, <i>Sui generis</i> ,agradable	Aromático, ligeramente dulce	Aromático a levaduras	Pútrido

Fuente: Py, 2012

Cuadro 8 Sistema representativo para la clasificación y puntuación de la evaluación sensorial del calamar (*Illex argentinus*).

	0	1	2	3
Piel				
Músculo				
Ojo				

Fuente: Py, 2012

OBJETIVOS

Objetivo general

- Estudiar la validez de los parámetros objetivos utilizados en la evaluación de la frescura en *Illex argentinus*.

Objetivo particular

- Comparar los resultados de las BNVT con los resultados de la evaluación sensorial.

HIPÓTESIS

La determinación de las BNVT no es un método apropiado para la evaluación de la frescura en *Ilex argentinus*, debido a que no se corresponde razonablemente con los resultados obtenidos con la evaluación sensorial.

METODOLOGÍA

Localización del proyecto

Los estudios fueron realizados en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Pesqueras “Prof. Dr. Víctor H. Bertullo”. Facultad de Veterinaria – Universidad de la República.

Muestreo y preparación de muestras

Un total de 20 muestras, fueron congeladas abordo y transportados inmediatamente al laboratorio.

Para el estudio, los ejemplares fueron descongelados y eviscerados utilizándose para los ensayos: el manto, aletas y tentáculos.

Las muestras se acondicionaron en bandejas con hielo en escamas, manteniéndose en cámara entre 0 y 3°C.

Cada 48hs se determinaron los valores de BNVT y pH.

Las determinaciones químicas se continuaron hasta que se obtuvieron resultados de no aptos para consumo humano (tomando como referencia los valores para pescado).

Paralelamente y en simultáneo se realizó la evaluación sensorial de los ejemplares estudiados, hasta que se los dictaminó como no aptos para consumo humano.

Pruebas

Evaluación sensorial:

Previo a la toma de cada muestra para la medición de los parámetros objetivos se realizó la evaluación sensorial de las muestras. Utilizando como guía para su evaluación el trabajo de Py (2012) mostrado en los cuadros 7 y 8.

Medición pH:

Técnica: Se colocó 10grs de músculo picado en trozos pequeños en un vaso de bohemia con 100cc de agua destilada. Posteriormente se realizó la medición con papel indicador universal Merck®.

Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT) y Trimetilamina (TMA):

Técnica: Microdifusión de Conway modificado (según Bertullo, 1970).

RESULTADOS

BNVT

Se pudo observar que en lo que respecta a las BNVT sus valores no mostraron cambios hasta el día 12 de almacenamiento frigorífico 0 a 3°C (ver figura 4 y 5).

Figura 4 Evolución de BNVT en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado

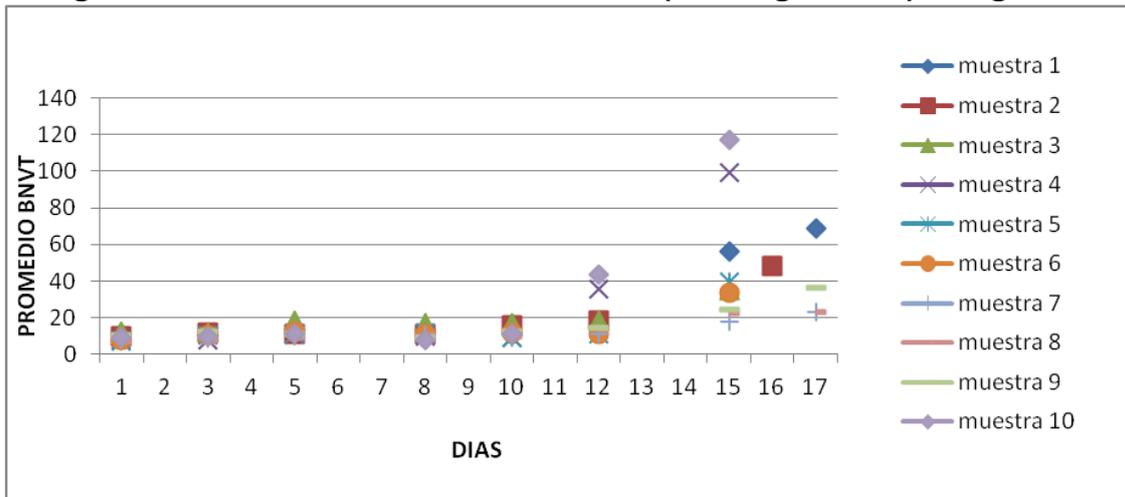
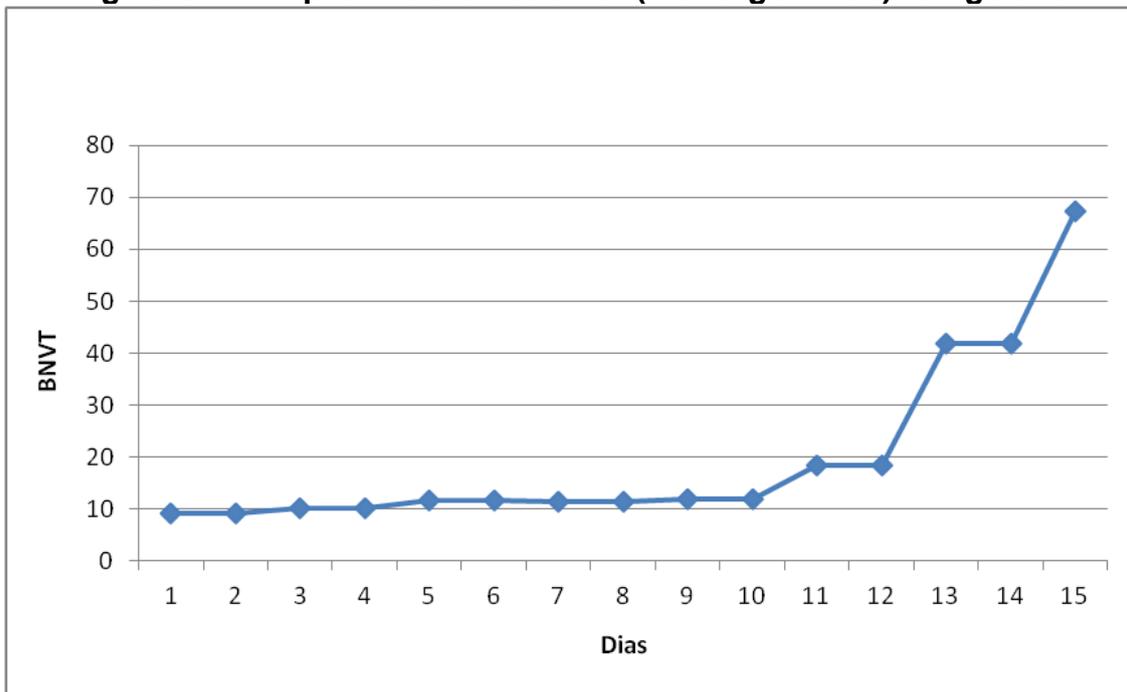


Figura 5 BNVT promedio en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado



TMA

Este parámetro manifestó cambios de relevancia a partir del día 12 (ver figura 6). Encontrándose valores cercanos a los 40mg%, aumentando en los días siguientes (ver figura 7).

Figura 6 Evolución de TMA en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado

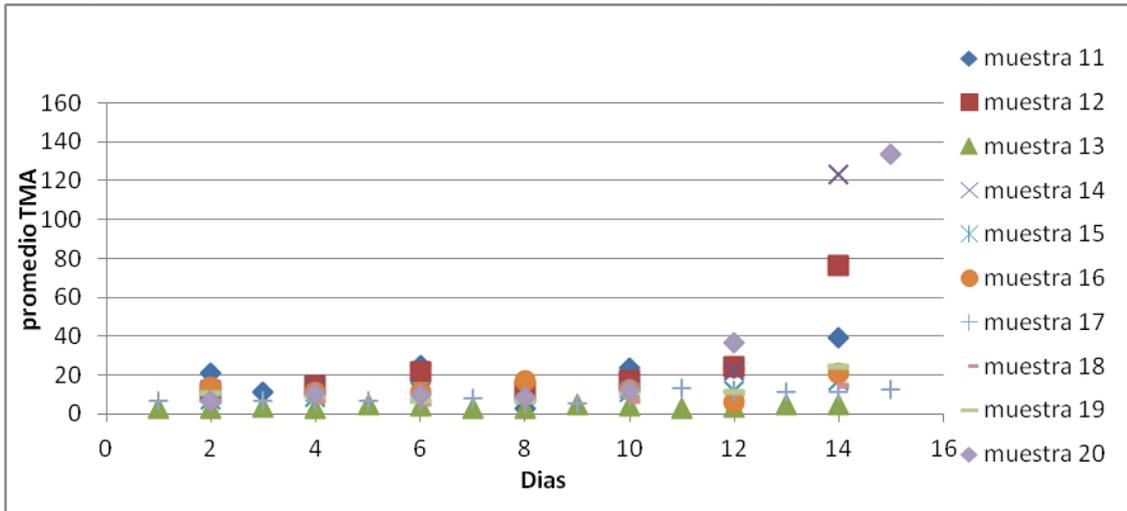
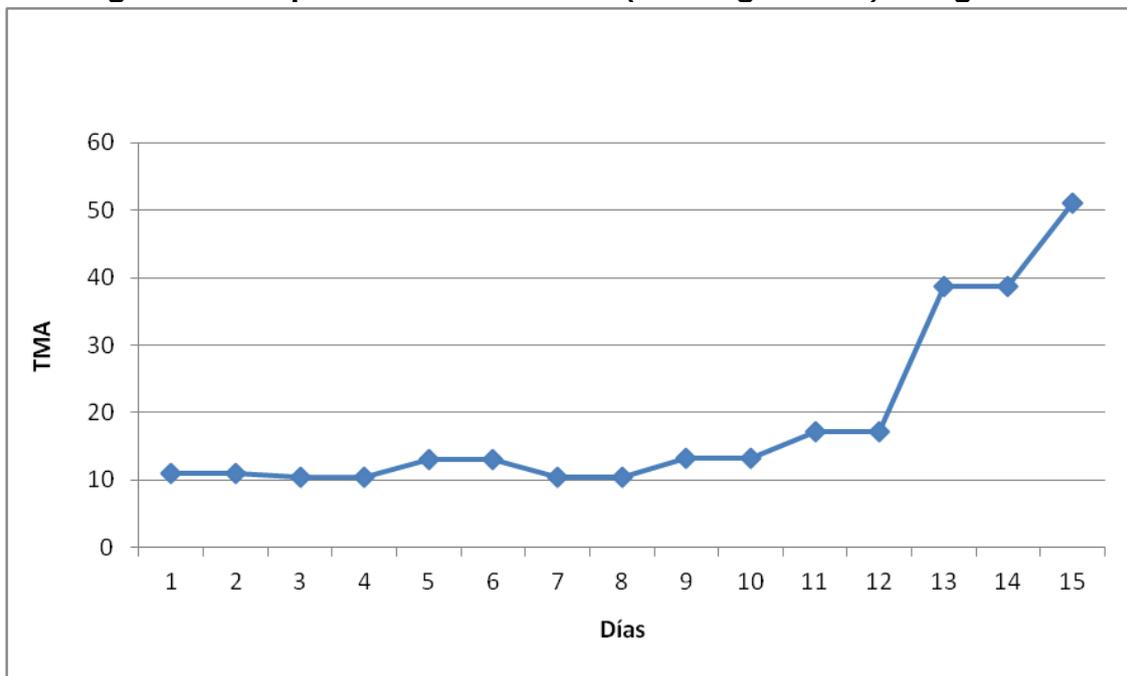


Figura 7 TMA promedio en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado



NTMA

Los valores de NTMA son constantes hasta los días 9 – 10. A partir de los días 12 – 13 en adelante comienza a tener cambios de relevancia (ver figuras 8 y 9)

Figura 8 Evolución de NTMA en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado

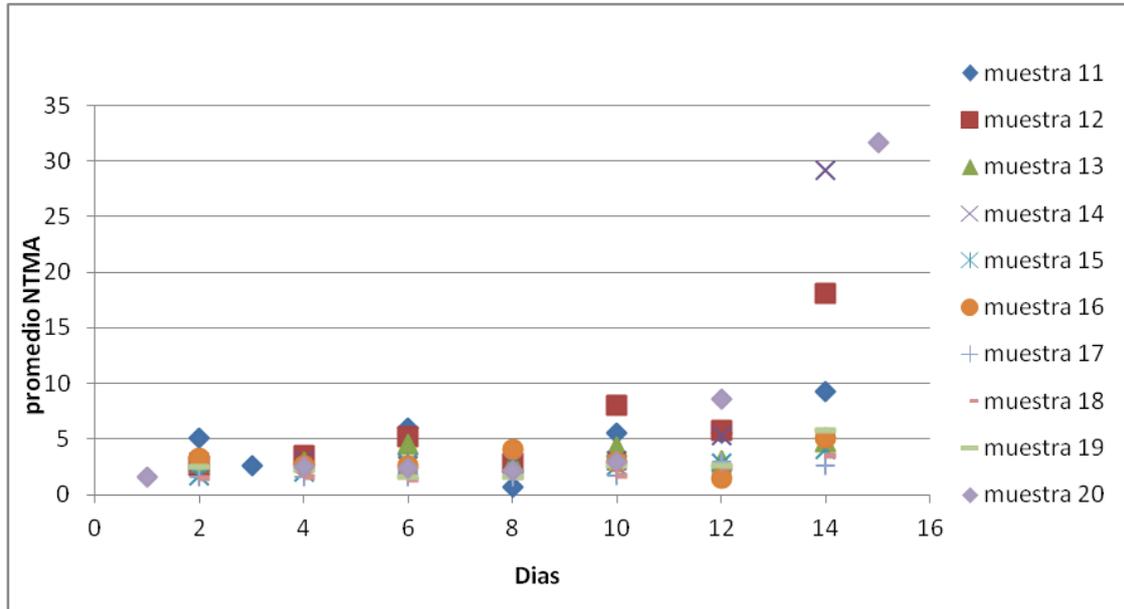
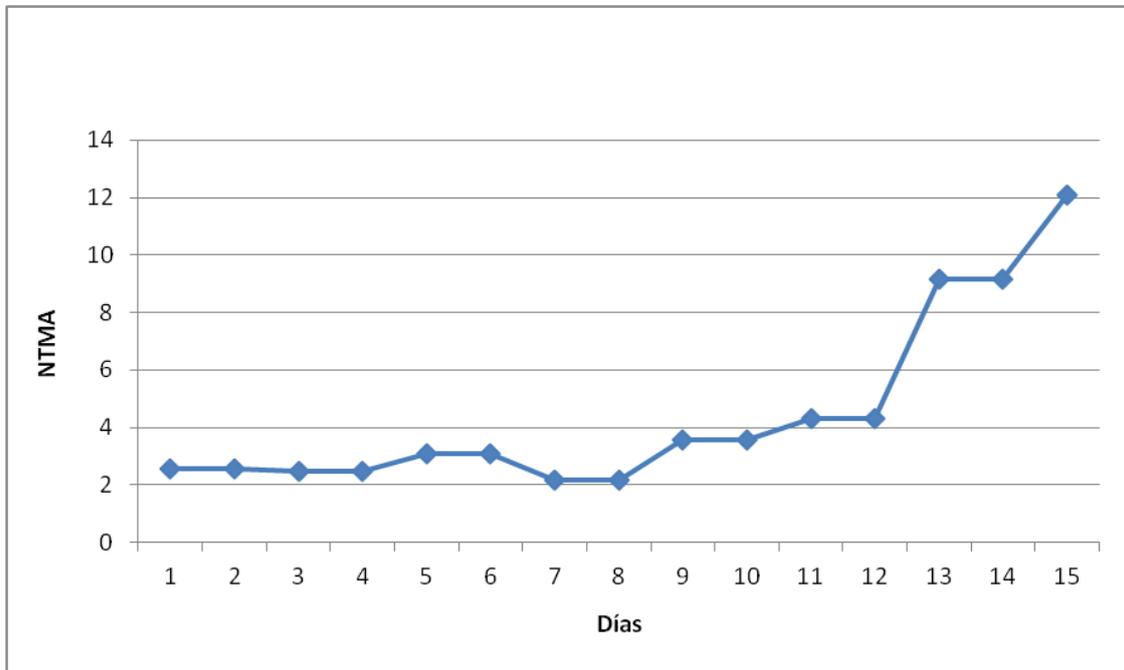


Figura 9 NTMA promedio en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado



pH

El pH se mantuvo en torno a 6.2 durante los primeros 10 días (ver figura 10) manifestándose leves cambios a comienzos del día 11 (ver figura 11).

Figura 10 Evolución del pH en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado

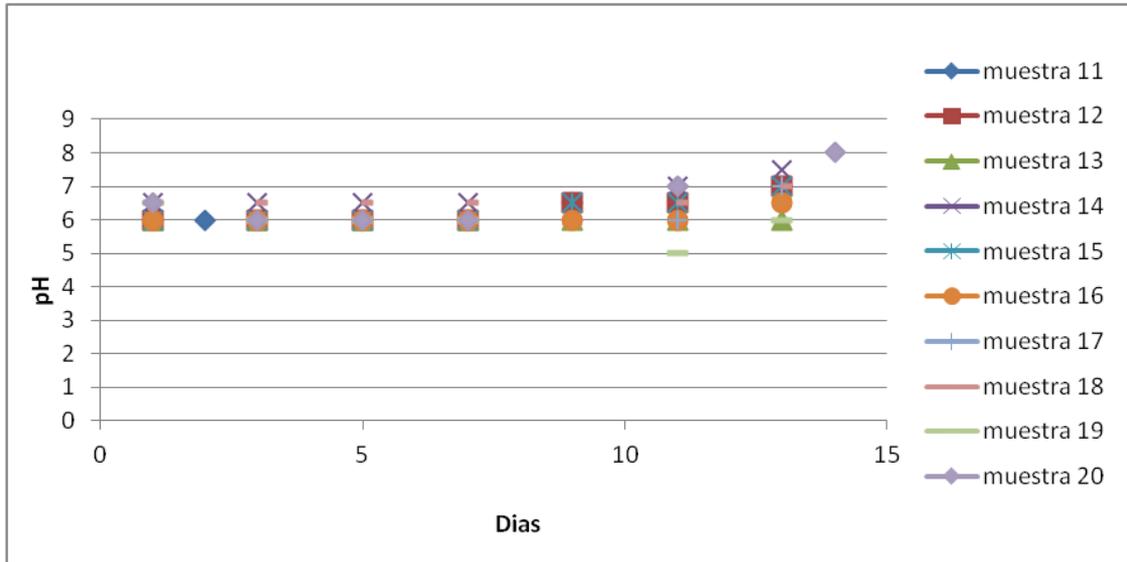
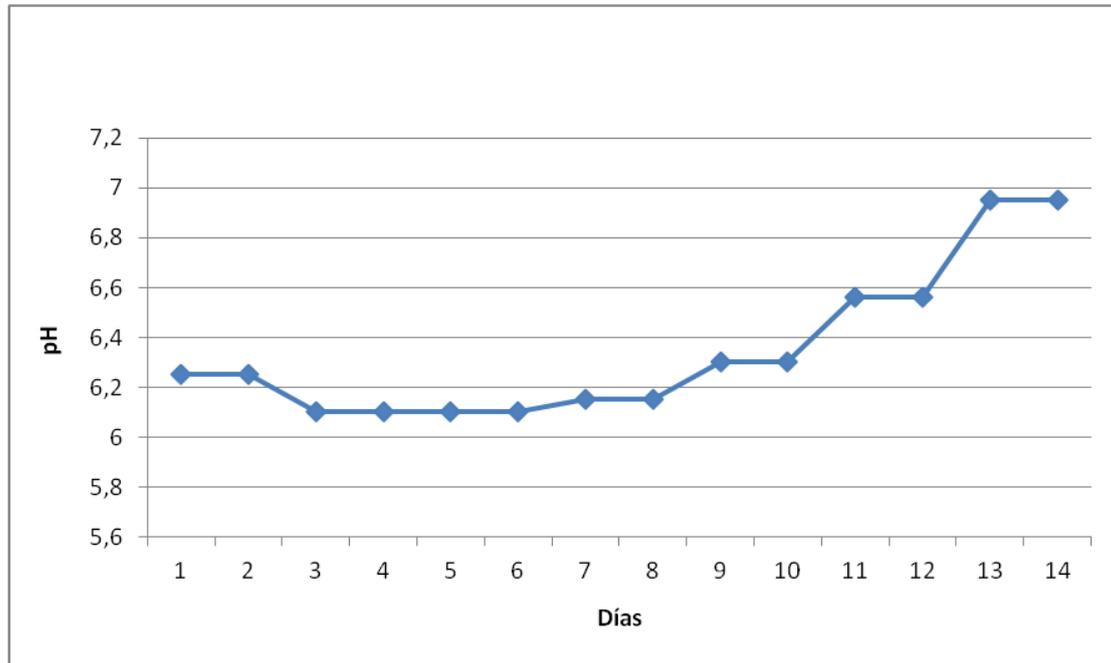


Figura 11 pH promedio en calamar (*Illex argentinus*) refrigerado



Evaluación Sensorial

En la totalidad de los casos se observó que sensorialmente comenzamos los estudios con calamares con una puntuación de 0 - 1 (ver cuadros 7 y 8). Comenzando los días 9-10 se les atribuyó una puntuación de 3 (ver cuadro 7 y 8), considerándolos no aptos para consumo.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo no se encontró una relación razonable entre los métodos sensoriales para la evaluación de la frescura en *Illex argentinus*, y los resultados obtenidos en la determinación de BNVT, NTMA y TMA. Similares resultados observaron Lapa-Guimarães *et al.* (2004) en *Loligo plei*, quienes registraron niveles relativamente bajos de BNVT y TMA cuando la contaminación microbiana ya era considerablemente alta, mostrando que bajos contenidos de estos compuestos no siempre se corresponden con calamares frescos.

La vida útil de *Illex argentinus* refrigerado evaluado sensorialmente en este trabajo fue de 9 días. Lo que concuerda con estudios realizados por Vaz-Pires *et al.* (2007) quien afirma que la vida útil de *Sepia officinalis* e *Illex coindetii*, refrigerado, se estimó entre los 9 y 10 días.

En líneas generales las variaciones sensoriales encontradas por Vaz-Pires *et al.* (2006) en *Sepia officinalis* e *Illex coindetii* son similares a las encontradas en *Illex argentinus*. Cabe señalar diferencias en el olor, especialmente en los ejemplares alterados. Mientras que Vaz-Pires *et al.* (2006) encuentran en *Sepia officinalis* e *Illex coindetii* olor a pescado o metálico; Cabello (2004) percibió un olor amoniacal en ejemplares de *Loligo plei*. En las pruebas realizadas en *Illex argentinus* no se encontraron estos olores, encontrándose en los ejemplares francamente alterados olor pútrido cadavérico sin notas amoniacaes.

Los parámetros químicos estudiados no fueron efectivos para determinar la frescura en los primeros estadios de la misma, ya que no aumentan significativamente antes del 12^{do} día, lo cual corresponde con los estudios realizados por Vaz-Pires, (2007) quien asevera encontrar en *Sepia officinalis* e *Illex coindetii* niveles bajos de BNVT durante la primera semana de almacenamiento refrigerado. Del mismo modo Qing-Xi Zhao *et al.* (2007) aseguran encontrar niveles bajos de BNVT en el musculo de calamar *Illex argentinus* al inicio del almacenamiento tanto a 0° como a 4°C (0.63mg/kg).

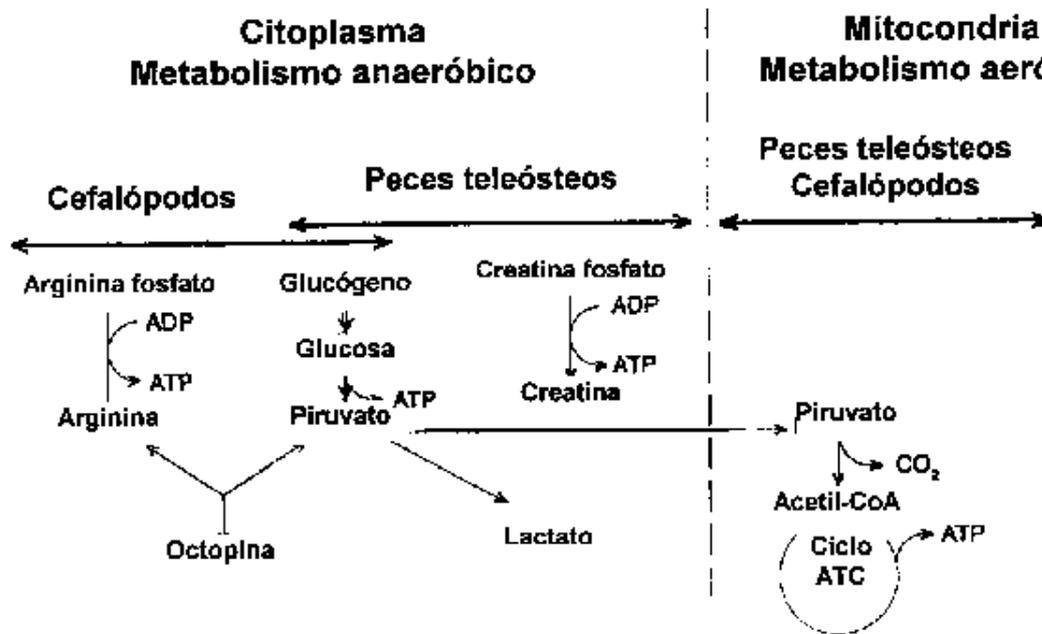
Vaz-Pires *et al.* (2008) atribuye como una de las causas de los bajos niveles de BNVT en los cefalópodos al efecto de “lavado” que haría el hielo fundente.

Las variaciones en las BNVT no son iguales en todos los cefalópodos, como se puede observar en los trabajos realizados por dicho autor, quien asegura encontrar a los 10 días para *Sepia officinalis* valores de 21.9 mg/100g BNVT y en el mismo plazo 26.9 para *Illex coindetii*. Mientras que en nuestros estudios a los 10 días *Illex argentinus* contaba con valores de 11.7mg/ 100g de BNVT.

Connell, 1978 señala como límite de aceptabilidad en los cefalópodos 40 mg% de BNVT. Lo cual contrasta con nuestro estudio, ya que se llegó a estos valores en el 13^{er} día de almacenamiento frigorífico, 3 días después de ser descartado para consumo humano por evaluación sensorial. Por otra parte el Reglamento Bromatológico Nacional, Decreto 315/994 y las Normas Mercosur, 1994 presentan como limite 30 mg% de BNVT para pescado, no haciendo ninguna especificación para cefalópodos. Por lo que si tomamos estos valores como referencia, no estaría de acuerdo con lo hallado en este trabajo ya que estos se alcanzaron 3 a 4 días después de ser descartados sensorialmente.

A su vez el pH no registró variaciones significativas que permitieran utilizarlo como método para la evaluación de la frescura en *Illex argentinus*. Pudimos comprobar que fue tornándose más alcalino a medida que transcurrían los días. Este hecho se puede atribuir a que la octopina es el producto final del metabolismo anaeróbico de la arginina fosfato de los cefalópodos y a diferencia del lactato de los peces éste no es de reacción ácida. Por lo tanto, cualquier cambio de pH *post mortem* en cefalópodos no está relacionado con la producción de ácido láctico a partir del glucógeno como sucede en los peces. La octopina aumenta durante la hipoxia y mantiene una relación inversa con el glucógeno muscular y el fosfato arginina (Huss, 1998).

Figura 12 Descomposición aeróbica y anaeróbica del glucógeno en el músculo del pescado



Fuente: Huss (1998)

CONCLUSIONES

- El método sensorial y las cartillas utilizadas fueron adecuadas para la evaluación de la frescura en *Illex argentinus*.
- A la evaluación sensorial las muestras estudiadas no superan los días 9 de almacenamiento frigorífico (0 a 3°C).
- Las BNVT comienzan a aumentar a partir del día nº12 del almacenamiento frigorífico (0 a 3°C).
- En el *Illex argentinus* no hay un paralelismo adecuado entre las BNVT y la evaluación sensorial.
- A la hora de evaluar la frescura en el *Illex argentinus* no se debe tomar como aceptable 30mg% de BNVT, como en el pescado.
- En lo que respecta al pH no presentó variaciones que sugieran su utilización como parámetro para la evaluación del grado de frescura en *Illex argentinus*.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar otros parámetros químicos para la evaluación de la frescura de *Illex argentinus* y su correlación con la evaluación sensorial. Sería interesante estudiar las variaciones de la Agmatina en *Illex argentinus* para compararlos con los estudios realizados por Paarup *et al.*, 2002 en *Todaropsis eblanae* quien lo recomienda como un excelente índice de frescura.
- Otros autores sugieren además de la Agmatina el uso de la Cadaverina ya que debido a los resultados obtenidos en sus estudios indican que podrían ser índices eficientes de calidad para la frescura del músculo de calamar (Qing-Xi Zhao *et al.*, 2007).

BIBLIOGRAFÍA

1. Agenjo, C. (1980). Enciclopedia de la Inspección Veterinaria y Análisis de los Alimentos. Madrid: Espasa-Calpe. pp 853-882.
2. Ayçaguer C.; (2009) Elementos de Malacología. Teórico para el Ciclo Común Obligatorio - IIP, Área Ciencias del Mar.33 diapositivas.
3. Baixas-Nogueiras S.; Bover-Cid S.; Vidal-Carou MC.; Veciena-Nogués MT. (2001) Volatile and non volatile amines in mediterranean Hake as a function of their storage temperature. J. Food Sci. 66(1): 83-88.
4. Bertullo, VH.; (1970). Tecnología de los productos de la pesca. Ejercicios prácticos. Montevideo: "Bolsa del libro" Asociación estudiantes de veterinaria pp. 121.
5. Brunetti, NE.; Ivanovic ML.; Sakai, M.; (1999) Calamares de importancia comercial en la Argentina: Biología, distribución, pesquerías, muestreo biológico. Mar del Plata: JICA/INIDEP. 45p.
6. Cabello AM.; Villarroel R.; Figuera BE.; Ramos MC.; Márquez Y.; Vallenilla OM.; (2004); Parámetros de frescura de moluscos. Rev Cient. FCV – LUZ14(5): 457 - 466.
7. Codex alimentarius. Informe de la 27^a reunión del comité del Codex sobre el pescado y productos pesqueros. Comisión del Codex alimentarius. Ciudad Del Cabo Sudáfrica (2005). pp 51 – 53.

Disponible en

www.codexalimentarius.org/input/download/report/633/al28_18s.pdf

Fecha de consulta: 17 diciembre 2012.

8. Connell, J.; (1978) Control de la calidad del pescado. Zaragoza. Acribia. 236p.
9. DINARA (2009).

Disponible en:

http://www.dinara.gub.uy/web_dinara/index.php?option=com_content&view=article&id=66:datos-estadisticos&catid=38:sector-pesquero&Itemid=87

Fecha de consulta: 10 de abril 2013

10. Dragonetti JP. (2008); Guía Ilustrada para la Evaluación de la Frescura - Peces, Moluscos y Crustáceos – Montevideo FVet. 119p.

11. Huidobro A.; Tejada M. (1990) Compuestos nitrogenados no proteicos en el musculo del pescado, Origen y alteración durante el tratamiento frigorífico. Rev Agroq Tecnol Aliment. 30(2): 151-160.
12. Huidobro A.; Tejada M. (1990) Determinación analítica de los compuestos nitrogenados no proteicos en el musculo del pescado. Aplicación al control de calidad. Rev Agroq Tecnol Aliment. ; 30(3): 293-301.
13. Huss, H., H. (1998); El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. Documento Técnico de Pesca N° 348, Roma, FAO, 202 p.
14. Lapa-Guimarães, J.; de Felício, P.; Contreras Guzmán E. (2004) Chemical and microbial analyses of squid muscle (*Loligo plei*) during storage in ice. Food Chem. 91 (2005): 477-483.
15. Melaj, M; Sánchez Pascua, G; Casales, MR; Yeannes, MI (1997) Aspectos a considerar en la evaluación de la frescura del calamar *Illex argentinus*. Alimentaría; 35 (282): 93 – 96.
16. MERCOSUR. (1994). Resolución N° 40/94. Identidad y calidad de pescado fresco.

Disponible en:

http://www.mercosur.int/msweb/Normas/normas_web/Resoluciones/res94es/9440.pdf

Fecha de consulta: 14 de marzo de 2013.
17. Nanto, H.; H., Sokooshi and T., Kawai. 1993. Aluminium-doped ZnO thin film gas sensor capable of detecting freshness of sea foods. Sensors and actuators 13 – 14.
18. Paarup T.; Sanchez J.A.; Moral A.; Christensen H.; Bisgaard M.; Gram L.: (2002) Sensory, chemical and bacteriological changes during storage of ice squid (*Todaropsis eblanae*). J. Appl. Microbiol 92(5): 941-950.
19. Py, M (2012) Métodos para la evaluación de la frescura en el calamar (*Illex argentinus*). Tesis de Grado Facultad de Veterinaria Montevideo, Uruguay, 29p.
20. Qing-Xi Zhao; Jie Xu; Chang-Hu Xue; Wen-Jing Sheng, Rui-Chang Gao, Yong Xue; Zhao-Jie Li (2007) Determination of Biogenic Amines in Squid and White Prawn by High-Performance Liquid Chromatography with Postcolumn Derivatization. J. Agric. Food Chem. 55 (8): 3083-8.
21. Suyama, M. y Kobayashi, H (1980) Free amino acids and quaternary ammonium bases in mantle muscle of squid. Bull Jap. Soc. Sci. Fish., 35 (4): 1261 – 1264.

22. Uruguay (2001). Reglamento Bromatológico Nacional. Decreto N° 315/994. 3^a ed. Montevideo, IMPO. 136 p.
23. Vaz-Pires, P.; Seixas P.; (2006) Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetti*). Food Control 17: 942-949.
24. Vaz-Pires, P.; Seixas P.; Mota M.; Lapa-Guimarães; Pickova J.; Lindo A.; Silva T.; (2008). Sensory, microbiological, physical and chemical properties of cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetti*) stored in ice. LWT – Food Sci. Technol. 41(9):1655-1664.
25. Yamanaka, H. (1989). Changes in Polyamines and Amino Acids in Scallop Adductor Muscle during Storage. J. Food Sci. 54(5): 1133-1135
26. Yoshioka, T; Kinoshita, H.; Yoshino, H.; Park, S.; Konno, K.; Seki, N. (2003). Change in translucency of squid mantle upon storage. Fish Sci 69(2): 408-413.