

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

Presencia de Bacterias Saprofitas y Patógenas en Piel y Branquias de Pescado Fresco

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos.

Profesor Patrocinante : Sra. Renate Schöbitz Twele - Tecnólogo Médico, M. Sc. - Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos - Facultad de Ciencias Agrarias.

Alejandra Jeannette Díaz Jaramillo

Valdivia Chile 2004

Contenido

Profesores Informantes . .

Dedicatoria .

Agradecimientos .

RESUMEN .

1. INTRODUCCION .

2. REVISION BIBLIOGRAFICA . . 1

2.1. Flora bacteriana de los peces . . 1

2.2. Características de los peces . 5

2.3. Proceso de deterioro del pescado . 6

2.4. *Dissostichus eleginoides* (bacalao) . . 9

2.5. *Genypterus chilensis* (congrío colorado) . 11

3. MATERIAL Y METODOS .

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS . .

5. CONCLUSIONES . .

BIBLIOGRAFIA .

ANEXOS .

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Flora bacteriana de los peces

La contaminación bacteriana que sufren los peces proviene por una parte de la flora autóctona que existe en los océanos y mares en el que habitan, la cual se caracteriza por corresponder a bacterias Gram negativas fundamentalmente. Además existen evidencias que los peces recién capturados presentan los mismos microorganismos del ambiente marino donde viven. Por otra parte aunque el tejido muscular y líquidos tisulares son considerados estériles existe una gran cantidad de bacterias confinadas en la mucosidad de la piel, en las branquias y en el intestino, los que pueden multiplicarse y penetrar en el tejido muscular (SCHÖBITZ *et al.*, 1985).

Debido a la excelente calidad del recurso acuático y la ausencia de contaminación del ambiente natural en Chile, es posible un estado de sanidad piscícola de privilegio. El desarrollo está basado en las condiciones del ecosistema acuático que se presenta principalmente en la zona sur-austral, el que garantiza una óptima calidad y disponibilidad de agua dulce y cuya pureza, oxigenación y temperaturas resultan adecuadas (NAVARRO, 1991).

El pescado está siempre propenso a un rápido deterioro microbiológico, el cual es atribuido a factores intrínsecos, tales como bajo contenido en colágeno, contenido

elevado de lípidos, y comparativamente altos niveles de nitrógeno no proteico en el músculo, el cual favorece un rápido crecimiento microbiano.

Los factores que influyen la contaminación microbiana incluyen los métodos de captura, la manipulación a bordo, la sanitización del pescado en el barco, el procesamiento y condiciones de almacenaje. Se estima que alrededor del 10% del pescado capturado mundialmente, se pierde debido al deterioro por falta de facilidades para el congelamiento (VENUGOPAL, 1990).

La velocidad de deterioro y la duración en almacén del pescado es afectada por muchos parámetros y según lo indicado por FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 1998, el pescado se deteriora a diferentes velocidades. En general, se puede decir que en condiciones aeróbicas de almacenamiento, el pescado grande se deteriora más lentamente que el pequeño. La duración en almacén es mayor para el pescado plano que para el cilíndrico y es mayor para el pescado magro que para el graso. El pescado óseo (lípidos almacenados en el tejido muscular) permanece comestible mucho más tiempo que el cartilaginoso (alto contenido de urea en el músculo). Diversos factores probablemente contribuyen a estas diferencias, algunos son obvios pero muchos otros continúan al nivel de hipótesis.

En el pescado los microorganismos están presentes en la piel, branquias e intestinos. El pescado de agua fría generalmente tiene una abundancia de microorganismos Gram negativos, mientras que los microorganismos mesófilos Gram positivos, predominan en pescados de aguas tropicales. Muchos de estos microorganismos pertenecen a los géneros *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Moraxella*, *Acitenobacter*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, mientras que los microorganismos Gram positivos frecuentemente pertenecen a los géneros *Micrococcus* y *Bacillus* (VENUGOPAL, 1990). La flora bacteriana en pescados recién capturados depende más del medio ambiente de captura, que de la especie, encontrándose recuentos muy elevados, por ejemplo 10^7 ufc/cm², que se encuentran en pescados capturados en aguas muy contaminadas (FAO,1998). En la superficie de los peces pueden encontrarse miembros de las vibrionáceas (*Vibrio* y *Photobacterium*) y aeromonadaceas (*Aeromonas spp.*) y Gram positivos como *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* y *corineformes*. En general, las bacterias Gram-negativas dominan la microflora (GRAM et al., 1990).

Durante el almacenamiento en hielo, la población bacteriana se duplica en aproximadamente 1 día y después de 2 o 3 semanas alcanza unas $10^8 - 10^9$ ufc/g de músculo o cm² de piel. Durante el almacenamiento a temperatura ambiente, se alcanzan niveles de $10^7 - 10^8$ ufc/g en 24 horas.

La composición de la microflora también cambia dramáticamente durante el almacenamiento. De esta forma, después de 1 a 2 semanas de almacenamiento aeróbico en hielo, la flora está constituida casi exclusivamente por *Pseudomonas spp* y *Shewanella putrefaciens*. Esto se cree es, debido a su relativo corto tiempo de generación a temperaturas de enfriamiento (DEVARAJU y SETTY, 1985). A temperatura ambiente (25 °C), la microflora en el punto de deterioro está dominada por vibrionáceas mesofílicas y si el pescado proviene de aguas contaminadas, por enterobacterias.

Un estudio realizado por NEDOLUHA y WESTHOFF (1993), indicó que *Aeromonas*

hydrophila fue la especie predominante en el intestino de peces. Además se encontró bacterias de los géneros *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Bacillus*, y *Acinetobacter*. Ese estudio arrojó en intestinos un recuento de bacterias aerobias, desde $5,0 \times 10^3$ a $6,3 \times 10^7$ ufc/g. En las branquias de peces sanos como trucha arcoiris, se ha reportado la presencia de *Aeromonas*, *corineformes*, enterobacterias, cocos Gram positivo, *Pseudomonas* y *Vibrios* (AUSTIN y AUSTIN, 1987).

Es ampliamente aceptado que la carga microbiana inicial del pescado de agua dulce varía dependiendo de las condiciones de captura y de la temperatura del agua. En peces capturados desde aguas frías, y libres de contaminación, generalmente se obtienen recuentos de bacterias mesófilos y psicrótrofos en la superficie de la piel de 10^2 a 10^5 ufc/cm², y de 10^2 a 10^6 ufc/g en las branquias. El número en el contenido intestinal puede ser más alto con recuentos superiores a 10^8 ufc/g (PULLELA et al., 1998; NEDOHULA Y WESTHOFF, 1993).

El número total de microorganismos varía enormemente, se establece como rango normal $10^2 - 10^7$ ufc/cm² en la superficie de la piel. Las branquias e intestinos contienen entre 10^3 y 10^9 ufc/g (FAO, 1998).

El músculo de un pez saludable o de un pescado recién capturado es estéril, debido a que el sistema inmunológico del pez previene el crecimiento de bacterias en el músculo. Cuando el pez muere, el sistema inmunológico colapsa y las bacterias proliferan libremente. En la superficie de la piel, las bacterias colonizan en una amplia extensión la base de las escamas. Durante el almacenamiento, las bacterias invaden el músculo penetrando entre las fibras musculares (FAO, 1998). Se ha demostrado mediante exámenes microscópicos, que las bacterias pueden ser detectadas en el músculo cuando el número de microorganismos en la superficie de la piel incrementa por sobre las 10^6 ufc/cm². Este resultado fue observado tanto en el almacenamiento en hielo como en ambiente refrigerado.

GONZALEZ et al. (1999), afirman que el medio ambiente tiene influencia sobre el número y tipo de microorganismos en el pescado. Similares cargas microbianas han sido encontradas en centros de cultivos y pescados de agua dulce de la misma especie. La presencia de bacterias patógenas humanas en pescado depende de varios factores incluyendo especies, condiciones del agua, prácticas de captura etc. El aislamiento de ciertos microorganismos como *E.coli*, *Listeria monocytogenes*, puede ser frecuente en pescado (NEDOHULA Y WESTHOFF, 1997).

En aguas contaminadas, puede encontrarse un elevado número de enterobacteriáceas. En aguas limpias y templadas, estos organismos en cambio desaparecen rápidamente, pero se ha demostrado que *Escherichia coli* y *Salmonella* pueden sobrevivir por períodos bastante prolongados de tiempo en aguas tropicales y una vez introducidos en el ambiente, se convierten casi en autóctonos (Fujioka et al., 1988 citado por FAO, 1998).

2.1.1. Listeria monocytogenes. La higiene del proceso y medio ambiente del procesamiento, son factores significativos en la seguridad microbiológica y buena calidad de los productos en la industria de pescados. *L. monocytogenes* es una bacteria no esporulada que es comúnmente encontrada en el suelo, agua, y material de

descomposición. Hay muchas rutas potenciales de contaminación de alimentos con estos organismos y una de las características que hace difícil su control es la habilidad para crecer en alimentos a temperatura de refrigeración (DOYLE *et al.*, 2001)

L. monocytogenes es un cocobacilo Gram positivo, de tamaño pequeño, aerobio o anaerobio facultativo. Por sus características particulares es considerada una bacteria saprófita susceptible de infectar al hombre y a los animales, siendo el suelo su hábitat natural. Es además psicrótrofa, resistente a los agentes físico-químicos y a la desecación, por lo cual se adapta fácilmente y prolifera en el medio ambiente. Los alimentos juegan un rol preponderante como agente transmisor, siendo aislada de variados alimentos destinados al consumo humano (VENEGAS *et al.*, 1990).

L. monocytogenes ha sido aislada desde muestras de agua dulce y desde agua de mar en áreas costeras sometidas a contaminación, o contaminación de fuente industrial, humana o animal. Como microorganismo anaeróbico facultativo y psicrotrófico, puede crecer en alimentos de comida rápida como ligeramente salada y ahumada. El consumo de pescado o productos de mar contaminado con *L. monocytogenes* ha sido asociado con brotes de listeriosis humana (SAVVAIDIS *et al.*, 2002).

La listeriosis presenta una alta tasa de mortalidad, especialmente en recién nacidos y personas inmuno-comprometidos. Todos los grupos son afectados, pero principalmente los recién nacidos e infantes. La infección durante el embarazo es transmitida al feto y puede resultar un aborto. Aparentemente la listeriosis es causa frecuente de daño fetal, aborto, y muerte neonatal. En adultos meningitis y meningoencefalitis componen el principal síndrome clínico (BRAUDE, 1981).

2.1.2. Enterobacterias. En general, no es tarea fácil examinar cada producto o alimento para investigar la presencia de organismos peligrosos. La práctica que ha estado vigente durante muchos años y aún continúa en la actualidad, está representada por la determinación de la calidad higiénica de los alimentos, a través de su contenido de determinados organismos indicadores. Actualmente los organismos indicadores de calidad higiénica aplicados a los alimentos son las enterobacteriaceae en general, *Streptococcus* del grupo D de Lancefield, *E.coli* y coliformes (CAMPOS, 1995).

Las enterobacterias, son bacilos cortos, Gram negativos, que pueden formar cadenas, son aerobios o anaerobios facultativos, catalasa positiva, y oxidasa negativa. Dentro de esta familia bacteriana, encontramos bacterias del grupo coliformes o llamadas también coliformes totales. Los organismos coliformes son buenos indicadores de la contaminación indeseable de las aguas. Su empleo como indicadores de la calidad higiénica de los alimentos se basa en la experiencia positiva adquirida en el agua. El hallazgo de gran número de estos organismos en los alimentos y el agua, indica la contaminación indeseable (FAO, 1998). El grupo coliformes incluye bacterias anaerobias facultativas, Gram negativas, no esporuladas, que fermentan la lactosa con formación de gas dentro de 48 h a una temperatura de 35°C (CAMPOS, 1995). Pertenecen a este grupo especies de los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, y *Klebsiella*, los cuales son utilizados como parámetro sanitario (OROSTEGUI, 1999). *E.coli* está presente como microbiota normal del tracto intestinal de humanos y animales. Es un bacilo Gram negativo de 1,1 a 1,5 µm de diámetro por 2 a 6 µm de largo. Su temperatura de desarrollo es de 37°C y puede crecer tanto en aerobiosis como en anaerobiosis.

2.1.3. Bacterias aerobias mesófilas. Los microorganismos mesófilos, muchos de origen humano o animal incluyendo los patógenos y numerosos tipos de los que alteran los alimentos, crecen mejor a temperaturas entre los 30°C y 45°C y tienen una temperatura mínima de crecimiento entre 5°C y 10°C (ICMSF, 1980).

La presencia de microorganismos aerobios mesófilos en los alimentos puede ser relacionada directamente con la manipulación, el estado de frescura, o de descomposición del producto, y la temperatura de conservación del producto. Un número relativamente bajo de estas bacterias no es sinónimo de buena calidad bacteriológica del alimento, ya que puede contener microorganismos que producen enterotoxinas o son patógenos (VENEGAS *et al.*, 1990).

2.1.4. *Pseudomonas*. Una de las principales causas de deterioro del pescado es la autólisis, bacterias en crecimiento y el metabolismo, son resultantes de la formación de compuestos sin sabor y oxidación de lípidos. Además las actividades microbiológicas son factores que influyen la calidad del pescado. Los hábitos alimenticios del pescado, estación del año, temperatura, tipo de pez, lugar en el cual el pescado fue cosechado, condiciones de almacenaje etc, determinan el principal deterioro específico de microorganismos (TRYFINOPOULOU *et al.*, 2002).

Las *Pseudomonas* son bacilos rectos levemente curvados Gram negativos. Las colonias son redondas y brillantes, pueden ser de un color amarillo fluorescente, o amarillo-verdoso en el medio adyacente, que puede ser mejor visualizado con luz ultravioleta. Son oxidasa y catalasa positiva, y crecen en rangos de temperatura entre 4°C a 43°C (ALVARADO *et al.*, 1989). Las representantes del género *Pseudomonas* habitan el suelo, además de los ambientes dulceacuícolas y marinos donde cumplen funciones de remineralización de materia orgánica. Las *Pseudomonas* son habitantes normales del tracto digestivo de los peces, considerándose patógenos oportunistas para ellos, cuando son afectados por situaciones de estrés (SILVA, 1997). *Pseudomonas fluorescens* ha sido considerada un microorganismo deteriorante del pescado, contaminante e invasor secundario de tejidos dañados de pescado (AUSTIN y AUSTIN, 1999).

El deterioro del pescado almacenado en hielo por *Pseudomonas* genera olores y sabores desagradables afrutados, a podrido y a sulfuro. Las *Pseudomonas spp*, producen un número de compuestos volátiles, como aldehídos, cetonas, ésteres y sulfuros. Sin embargo, se desconoce el compuesto específico responsable de los típicos olores desagradables. Los olores afrutados desagradables producidos por *Pseudomonas fragi* se originan a partir de los monoaminoácidos y los aminoácidos monocarboxílicos (EDWARDS *et al.*, 1987).

2.2. Características de los peces

Los peces generalmente se definen como vertebrados acuáticos, que obtienen su oxígeno del agua a través de las branquias y poseen aletas con un número variable de elementos esqueléticos llamados radios (FAO, 1998). Los peces son los más numerosos

de los vertebrados; existen por lo menos 20.000 especies conocidas y más de la mitad (58 %) se encuentran en el ambiente marino (FAO, 1998).

La composición química de los peces varía considerablemente entre las diferentes especies y también entre individuos de una misma especie, dependiendo de la edad, sexo, medio ambiente y estación del año.

Los principales constituyentes de los peces y los mamíferos pueden ser divididos en las mismas categorías, proteínas, lípidos, carbohidratos, cenizas y agua. Las variaciones en la composición química del pez están estrechamente relacionadas con la alimentación, nado migratorio y cambios sexuales relacionados con el desove. Los lípidos presentes en las especies de peces óseos pueden ser divididos en dos grandes grupos: los fosfolípidos y los triglicéridos (FAO, 1998).

Las proteínas del músculo del pez se pueden dividir en tres grupos: proteínas estructurales (actina, miosina, tropomiosina y actomiosina), proteínas sarcoplasmáticas (mioalbúmina, globulina y enzimas), y proteínas del tejido conectivo (colágeno) (FAO, 1998).

La cantidad de vitaminas y minerales es específica de la especie y, además, puede variar con la estación del año. En general, la carne de pescado es una buena fuente de vitamina B y en el caso de las especies grasas, también de vitaminas A y D. Respecto a los minerales, la carne de pescado se considera una fuente particularmente valiosa de calcio y fósforo, así como también de hierro y cobre. Los peces de mar tienen un alto contenido de yodo (WAAGBO *et al.*, 1991).

La piel la cual es una barrera física que impide la invasión de microorganismos, es a menudo inspeccionada como un importante mecanismo de defensa no específico. A diferencia de la piel de muchos vertebrados, la epidermis de la piel está compuesta de células vivas no queratinizadas. Las heridas del pescado son curadas más rápidamente que otros mamíferos. Esto es visto como una ventaja adaptativa del medio ambiente acuático, para que el pescado mantenga su osmolaridad.

El mucus es una barrera externa adicional que posee el pescado, que está ausente en la piel de otros vertebrados. El mucus inhibe la colonización de microorganismos tanto como en las agallas y mucosa gastrointestinal. El mucus del pescado contiene anticuerpos naturales, lisozima, y bacteriolisinas (STOSKOPF, 1992).

2.3. Proceso de deterioro del pescado

Los primeros cambios sensoriales del pescado durante el almacenamiento están relacionados con la apariencia y la textura. El sabor característico de las especies normalmente se desarrolla durante los dos primeros días de almacenamiento en hielo.

El cambio más dramático es el término del *rigor mortis*. Inmediatamente después de la muerte el músculo del pescado está totalmente relajado, la textura flexible y elástica generalmente persiste durante algunas horas y posteriormente el músculo se contrae.

Cuando se torna duro y rígido, todo el cuerpo se vuelve inflexible y se dice que el pescado está en rigor mortis. Esta condición generalmente se mantiene durante uno o más días y luego se resuelve el rigor. La resolución del rigor mortis hace que el músculo se relaje nuevamente y recupere la flexibilidad, pero no la elasticidad previa al rigor. La proporción entre el comienzo y la resolución del rigor varía según la especie y es afectado por la temperatura, la manipulación, el tamaño y las condiciones físicas del pescado (FAO, 1998).

Entre los compuestos que actúan durante el proceso de deterioro del pescado se encuentran diferentes enzimas.

2.3.1. Catepsinas. Si bien han sido aisladas varias enzimas proteolíticas en el tejido del pescado, han sido las catepsinas las que quizás se han descrito con mayor frecuencia. Las catepsinas son proteasas "ácidas" que usualmente se encuentran empaquetadas en diminutos organelos submicroscópicos llamados lisosomas. En el tejido vivo, las proteasas lisosomales se cree son responsables de la degradación proteica en las áreas de daño. De esta forma, las catepsinas están generalmente inactivas dentro del tejido vivo pero son liberadas dentro de los fluidos celulares luego de abuso físico o congelación y descongelación *post mortem* del músculo (FAO, 1998).

2.3.2. Calpainas. Un segundo grupo de proteasas intracelulares denominadas "calpainas" o "Factor Activado por Calcio" (FAC o del inglés CAF = Calcium Activated Factor) han sido recientemente asociadas con la autólisis del músculo de pescado y se les encuentra en carnes, pescados de aleta y crustáceos. Las calpainas han sido encontradas como las principales responsables de la autólisis *post mortem* de la carne, debido a la digestión de las proteínas de la Línea Z de las miofibrillas. Si bien el endurecimiento es rara vez un problema en el músculo no congelado, el ablandamiento debido a la autólisis es un problema serio que limita su valor comercial. Se cree que las catepsinas D y L desempeñan un papel primordial en la degradación autolítica del tejido del pescado, dado que la mayor parte de las otras catepsinas presentan actividad en un rango relativamente estrecho de pH, demasiado bajo para tener significado fisiológico (KOOHMARAIE, 1992).

2.3.3. Colagenasas. La carne de los peces teleósteos (peces pelágicos) está dividida en bloques de células musculares separadas en "escamas", o miotomas, mediante tejido conectivo denominado ciocomata. Cada célula muscular o fibra está rodeada por tejido conectivo que se une a la miocomata al final de la célula mediante finas fibrillas de colágeno. Durante el almacenamiento refrigerado, estas fibrillas se deterioran (BREMNER y HALLETT, 1985). Son estas enzimas las que presumiblemente causan "desgajamiento", o ruptura de los miotomas (segmentos musculares), durante el almacenamiento prolongado en hielo o durante el almacenamiento por cortos períodos de tiempo, pero a elevadas temperaturas. En el bacalao del Atlántico se ha demostrado que al alcanzar los 17°C, el desgajamiento es inevitable, debido presumiblemente a la degradación del tejido conectivo y el rápido acortamiento del músculo por la elevada temperatura durante el rigor (SATO *et al.*, 1991). Al comparar los compuestos químicos desarrollados durante el deterioro natural del pescado y el pescado estéril, se demuestra que la mayoría de los componentes volátiles son producidos por bacterias. Estos incluyen trimetilamina, compuestos sulfurosos volátiles, aldehídos, cetonas, ésteres, hipoxantina,

así como también otros compuestos de bajo peso molecular.

Los sustratos para la producción de compuestos volátiles son los carbohidratos (como el lactado y la ribosa), los nucleótidos (como la inosina monofosfato y la inosina) y otras moléculas de nitrógeno no proteico (NNP). Los aminoácidos son sustratos particularmente importantes para la formación de sulfitos y amoniaco (FAO, 1998).

2.3.4. Reducción de la Oxido de Trimetilamina (OTMA). Es típico de muchas bacterias específicas del deterioro del pescado emplear la OTMA como aceptor terminal de electrones durante la respiración anaeróbica. El componente reducido, la trimetilamina, uno de los compuestos dominantes del pescado deteriorado, tiene el olor típico del pescado. El nivel de TMA encontrado en pescado fresco, rechazado por un panel sensorial varía dependiendo de la especie de pescado, pero generalmente se encuentra alrededor de los 10-15 mg TMA-N/100 g en pescado almacenado aeróbicamente y en un nivel de 30 mg TMA-N/100 g en bacalao empacado (FAO, 1998).

La reducción del OTMA está generalmente asociada con géneros de bacterias típicos del ambiente marino (*Alteromonas*, *Photobacterium*, *Vibrio* y *S. putrefaciens*), pero también es llevada a cabo por *Aeromonas* y bacterias intestinales de las enterobacteriáceas. La reducción del OTMA ha sido estudiada en bacterias fermentativas, anaerobias facultativas, como *E. coli* y *Proteus spp.* Como también en la bacteria no fermentativa *S. putrefaciens* (RINGOE *et al.*, 1984).

En el bacalao y en otros gádidos, hasta que ocurre el deterioro, la TMA constituye la mayor parte de las denominadas bases volátiles totales BVT (también conocidas como nitrógeno volátil total, NVT) hasta que ocurre el deterioro. Sin embargo, en el pescado deteriorado el suministro de OTMA decae, la TMA alcanza su máximo nivel y los niveles de NVT continúan incrementando debido a la formación de NH_3 y otras aminas volátiles (FAO, 1998).

Los compuestos sulfurados volátiles son componentes típicos del pescado deteriorado y la mayoría de las bacterias identificadas como bacterias específicas del deterioro producen uno o algunos sulfuros volátiles. *S. putrefaciens* y algunas *Vibrionaceae* producen H_2S a partir del aminoácido sulfurado 1-cisteína. Por el contrario, *Pseudomonas* no produce cantidades significativas de H_2S (GRAM *et al.*, 1990).

2.3.5. Oxidación e hidrólisis de lípidos. En los lípidos del pescado ocurren dos reacciones diferentes, de importancia en el deterioro de la calidad oxidación e hidrólisis. Ellas dan como resultado la producción de una serie de sustancias, de las cuales algunas tienen sabores y olores desagradables (rancio). Otras pueden también contribuir a los cambios de textura mediante uniones covalentes a las proteínas musculares. Las reacciones pueden ser no enzimáticas o catalizadas por enzimas microbianas, intracelulares o digestivas del mismo pescado. Por lo tanto, el significado relativo de estas reacciones depende principalmente de la especie de pescado y de la temperatura de almacenamiento. Los pescados grasos son, por lo tanto, particularmente susceptibles a la degradación lipídica, la cual puede ocasionar severos problemas en la calidad, incluso durante el almacenamiento a temperaturas bajo cero (FAO, 1998).

2.4. *Dissostichus eleginoides* (bacalao)

D. eleginoides está constituido en 100 g de producto por 21,5 g de grasa, 5,7 g proteínas, 67,7% de humedad, 54 mg de calcio, 230 mg de potasio, 127 mg de sodio, y 297 kcal. El contenido de carbohidratos en el músculo del pescado es muy bajo, generalmente inferior al 0,5 %. Esto es típico del músculo estriado, en el cual los carbohidratos se encuentran en forma de glucógeno y como parte de los constituyentes químicos de los nucleótidos. Estos últimos son la fuente de ribosa liberada como una consecuencia de los cambios autolíticos postmortem (POULTER y NICOLAIDES, 1985).



FIGURA 1. *Dissostichus eleginoides*, (bacalao).

FUENTE: Material facilitado por Pesquera Isla del rey (2003).

La pesquería artesanal de la Décima Región de Chile, se desarrolla principalmente sobre *Dissostichus eleginoides*, conocido en Chile con el nombre común de “Bacalao de profundidad” (*Patagonian toothfish* en Inglaterra, *Austromerluza negra* en España, y *Légine Australisen* Francia) (RUBILAR, 1993) . Es una especie de distribución geográfica circumpolar en el hemisferio sur. Esta comprende principalmente las regiones subantártica del atlántico (Islas Georgia del Sur, rocas cormorán, Islas Sándwich del sur) y del Océano Indico (Islas Kerguelén, Islas Crozet, Islas Príncipe Eduardo, Isla Marión, bancos Ob y Lena e Islas Heard y McDonald). Hacia el norte se extiende a lo largo de la costa occidental de Sudamérica, abarcando la costa Chileno-Peruana hasta frente a Callao, y por la costa oriental, desde los alrededores de las Islas Falkland (Islas Malvinas), banco Burdwood y Patagonia argentina, hasta Uruguay.

D. eleginoides es un pez típicamente demersal (se encuentra en las proximidades del fondo). Habita la masa de agua conocida como aguas Antárticas Intermedias, en rangos de profundidades de 70 a 2500 m, capturándosele incluso a mayor profundidad en aguas chilenas (RUBILAR, 1993).

El bacalao de profundidad, es el pez depredador de mayor tamaño en el ambiente

demersal del talud continental de la costa chilena, cuya acción trófica se efectúa principalmente sobre otros peces, crustáceos y cefalópodos. Esta especie en aguas chilenas efectúa una depredación fundamentalmente sobre cefalópodos (47,8%), peces teleóstomos (36,6%) y crustáceos malacostráceos (13,2%). Asimismo, para la VIII región señalan una dieta piscívora con crustáceos y cefalópodos adicionales, lo que pone de manifiesto de *D. eleginoides* un carnívoro capaz de depredar sobre otro carnívoro tan veloz como el jurel (ARRIZAGA *et al.*, 1984).

Dadas las características más importantes de esta especie, desde el punto de vista biológico-pesquero, como su elevada longevidad (25-30 años), lenta tasa de crecimiento y madurez sexual tardía (machos 7-11 años y hembras 9-12 años), se estima que el rendimiento por recluta y el rendimiento sostenible como fracción de la biomasa sin explotar, es muy bajo, y puesto que más del 90% de la captura de *D. eleginoides* se sustenta principalmente es especímenes juveniles, se ha señalado la urgente necesidad de análisis comparativos detallados de su historia de vida (RUBILAR, 1993).

En la Décima región, a partir de 1980 las capturas de esta especie han aumentado en forma considerable, producto del desplazamiento de pescadores y sus embarcaciones desde norte a sur, debido a la disminución de las capturas en sus áreas habituales de pesca y a la consecuente búsqueda de áreas menos explotadas (RUBILAR, 1993). En la costa valdiviana, la pesca de *D. eleginoides* está restringida a una pesquería de tipo artesanal (lanchas pesqueras de 12 a 18 metros de largo), con un número de anzuelos no superior a 12.000 unidades por jornada de pesca (CHILE, SERVICIO NACIONAL DE PESCA SERNAPESCA, 1998). Se registra un desembarque total a lo largo del país de 15000 toneladas (CHILE, SERNAPESCA, 1999).

El bacalao es capturado mediante pesca de espinel por la flota artesanal y semi industrial, y es destinado al consumo en fresco enfriado y congelado, o a la fabricación de productos elaborados para su exportación, a países de destino como la Comunidad Europea, Argentina, Brasil, Estados Unidos, Hong-Kong, Taiwán, Nueva Zelanda, Jamaica, Singapur, Suiza, Uruguay, Colombia, Cuba, México etc.

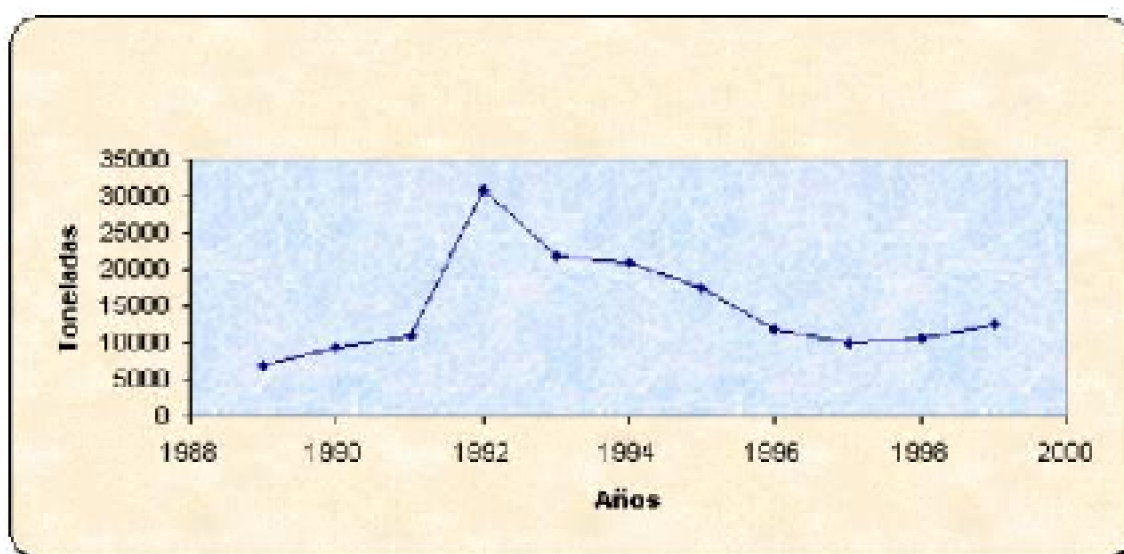


FIGURA 2. Exportaciones en toneladas de bacalao desde 1988- 2000.

FUENTE: Anuario estadístico de pesca (SERNAPESCA, 1999).

En esta especie es posible hablar de dos pesquerías: una pesquería artesanal espinelera que opera principalmente al norte de la latitud 47 ° S, y otra pesquería industrial espinelera (buques hieleros y fábricas) que opera en la zona austral entre los 47 ° y 57 ° S, no obstante una parte de la temporada está dirigida a aguas internacionales, dirigiendo su operación a la captura de bacalao de profundidad (CHILE, SERNAPESCA, 2000).

2.5. *Genypterus chilensis* (congrío colorado)

El congrío colorado es una especie demersal y desde un punto de vista de su contenido de lípidos es un pez magro (YOUNG *et al.*, 1984). En este pez no se observan escamas, ya que estas son muy pequeñas y cubiertas por la piel. La aleta caudal falta, y los ejemplares adultos suelen sobrepasar el metro de longitud (SIEVERT, 1979). Es un pez que habita principalmente en cuerpos de aguas costeras. La distribución geográfica de la especie en Chile va desde Arica por el norte (18°25'S) hasta Archipiélago de los Chonos por el sur (47°75'S), a profundidades que generalmente oscilan entre los 20 y 150 metros en la zona norte y centro del país y desde Chiloé al sur se encuentra desde la zona intermareal, a los 100 metros de profundidad (BORE y MARTINEZ, 1981).



FIGURA 3. *Genypterus chilensis*, (congrío colorado).

FUENTE : SERNAPESCA (2000).

Las observaciones de los buzos autónomos, indican que el congrío colorado no forma cardúmenes, sino que vive aislado en fondos rocosos, lo que contrasta con las preferencias de hábitat del congrío negro que busca sustratos más fangosos. Por lo general esta especie utiliza grietas y escondites como refugio de depredadores, y estos mismos espacios los utiliza para acechar a sus presas, de acuerdo a la conducta de un depredador (CHILE, SERNAPESCA, 2000). SIEVERT (1979), lo describe como un típico habitante de fondos rocosos, donde se refugia en pequeñas cuevas durante el día.

Durante la noche sale en busca de su alimento formado en gran parte por camarones, pequeñas jaibas y otros peces. En buceos realizados en varios lugares de la costa de Chile se ha observado entre huiros, refugiados en cuevas o desplazándose lentamente en profundidades que van del nivel inferior de la marea hacia mayores profundidades. Buques pesqueros lo han capturado con redes de arrastre en profundidades de 38 m, frente a Corral, y en 20 m frente a Constitución. También hay registros hasta 250 m de profundidad. Esta especie es capturada principalmente por el sector artesanal en el área comprendida entre Antofagasta (23°38' S) y Puerto Montt (41°30' S); desembarcándose los mayores volúmenes en las regiones V (39%), VIII (17%) y X (20%) (YOUNG *et al.*, 1984).

Los estudios de alimentación en esta especie revelan, una dieta compuesta por una variada composición específica, por cuanto los estudios de los contenidos estomacales han mostrado una gran número de presas que componen la dieta de esta especie. Sin embargo, pese a la gran diversidad de presas, en términos de importancia, esta especie muestra claras preferencias alimentarias por crustáceos de pequeño tamaño. Este pez es de gran importancia para Chile registrándose un desembarque total de 580 toneladas a lo largo del país (CHILE, SERNAPESCA, 2000).

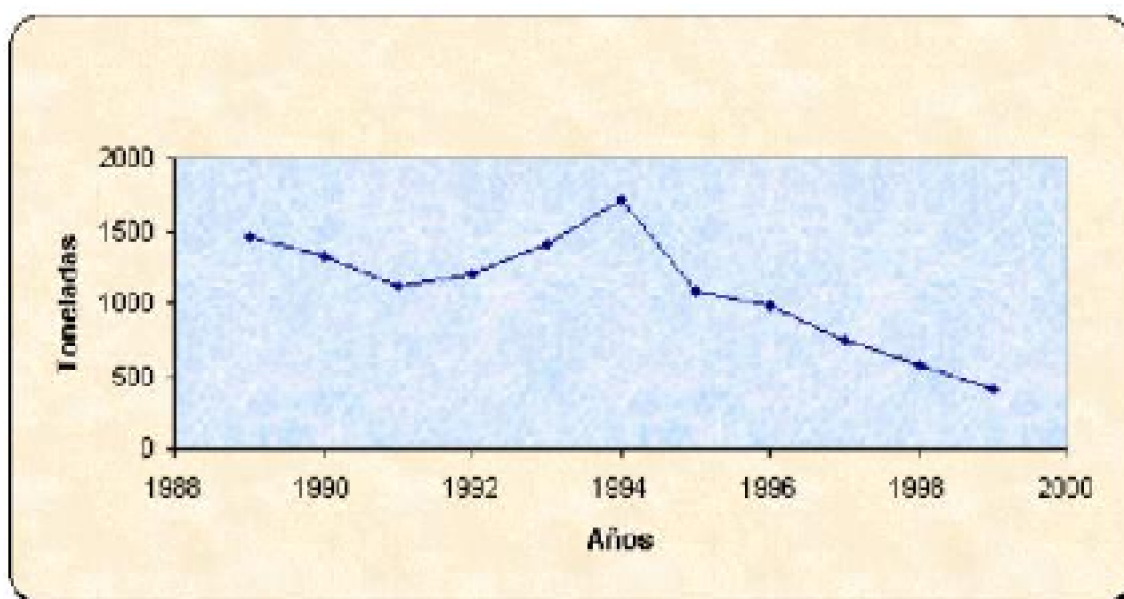


FIGURA 4. Exportaciones en toneladas de congrio colorado desde 1988- 2000.

FUENTE: Anuario estadístico de pesca (CHILE, SERNAPESCA, 2000)

Esta especie es capturada principalmente por la flota artesanal a través de líneas de mano o espineles verticales, y ocasionalmente por la flota industrial con redes de arrastre como fauna acompañante de la merluza común. Se destina casi exclusivamente al consumo nacional en fresco y congelado y algunas empresas exportan a países como Brasil y Colombia (CHILE, SERNAPESCA, 2000). Existe una clara estacionalidad de la captura, obteniéndose valores más altos en la temporada primavera-verano. En la pesca en espinel capturados en la zona norte se aprecia una longitud de 60-64 cm, con un peso estimado de 910 g – 1.130 g (YOUNG *et al.*, 1984).

