



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

INFORME AMBIENTAL DE LA ACUICULTURA (2005-2006)



**DEPARTAMENTO DE ACUICULTURA
SUBSECRETARIA DE PESCA**

Octubre 2008

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
i. Lista de Tablas	4
ii. Lista de Figuras	4
1.- INTRODUCCIÓN	7
2.- CARACTERISTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE	8
3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE	10
4.- RESULTADOS	18
4.1. <i>Análisis de los Informes Ambientales evaluados</i>	18
4.2. <i>Análisis espacial descriptivo</i>	30
4.2.1. Región de Los Lagos	30
4.2.1.1. Producción	30
4.2.1.2. Variables ambientales Región de Los Lagos	34
a) Materia orgánica	34
b) ph	37
c) Potencial de óxido - reducción (REDOX)	40
d) Oxígeno disuelto	44
4.2.2. Región de Aisén	48
4.2.2.1. Producción	48
4.2.2.2. Variables ambientales Región de Aisén	49
a) Materia orgánica	49
b) ph	51
c) Potencial de óxido - reducción (REDOX)	52
d) Oxígeno disuelto	53
4.2.3. Región de Coquimbo	54
4.2.3.1. Producción	54
4.2.3.2. Variables ambientales Región de Coquimbo	55
a) Materia orgánica	55
4.2.4. Región de Atacama	57
4.2.4.1. Producción	57
4.2.4.2. Variables Ambientales Región de Atacama	58
a) Materia orgánica	58

4.2.5. Distribución Espacial Centros de Cultivo con Sedimentos Aeróbicos y Anaeróbicos	60
a) Región de Los Lagos	60
b) Región de Aisén	61
c) Región de Coquimbo	62
d) Región de Atacama	63
4.3. Vigilancia Ambiental del Servicio Nacional de Pesca	64
4.3.1. Antecedentes de escapes de ejemplares	66
5.- DISCUSIÓN	68
6.- CONCLUSIONES	70
7.- BIBLIOGRAFÍA	71

i.- LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Detalle regional de producción anual, área autorizada y número de centros con operación para centros de cultivo, años 2005 y 2006.	9
Tabla 2a.	Categorías y variables ambientales a medir en la Caracterización Preliminar del Sitio (CPS).	11
Tabla 2b.	Categorías y variables ambientales a medir en la Información Ambiental (INFA).	13
Tabla 3.	Situación de proyectos de acuicultura ingresados al SEIA, año 2005.	15
Tabla 4.	Situación de proyectos de acuicultura ingresados al SEIA, año 2006.	16
Tabla 5a.	Número de proyectos de acuicultura favorable y desfavorables correspondientes a modificación de proyectos técnicos, por región, años 2005 y 2006	16
Tabla 5b.	Proyectos de acuicultura con RCA favorable y desfavorable según grupo/tipo de cultivo, años 2005 y 2006.	17
Tabla 6.	Estadística de evaluación de aerobia/anaerobia de Informes Ambientales ingresados en el periodo 2005-2006	18
Tabla 7.	Comparación del número de centros en condiciones anaeróbicas por región, años 2005 y 2006.	24
Tabla 8.	Detalle de inspecciones y citaciones cursadas por el Servicio Nacional de Pesca, con relación al incumplimiento del Reglamento Ambiental.	65

ii.- LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Comparación de las cosechas obtenidas de acuicultura entre los años 2005 y 2006.	9
Figura 2a.	Distribución porcentual de INFAs por regiones, año 2005.	19
Figura 2b.	Distribución porcentual de INFAs por regiones, año 2006.	19
Figura 3a.	Distribución porcentual de INFAs por grupo de especies, año 2005.	20
Figura 3b.	Distribución porcentual de INFAs por grupo de especies, año 2006.	20
Figura 4a.	Distribución porcentual de INFAs por categoría de los centros de cultivo, año 2005.	21
Figura 4b.	Distribución porcentual de INFAs por categoría de los centros de cultivo, año 2006.	21
Figura 5a.	Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas por región, para el período 2005-2006.	22
Figura 5b.	Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas, por región, año 2005.	23
Figura 5c.	Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas, por región, año 2006.	23
Figura 6.	Comparación del número de centros en condiciones anaeróbicas por región, años 2005 y 2006.	24
Figura 7a.	Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas por categoría, para el período 2005-2006.	25
Figura 7b.	Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por categoría, año 2005.	25
Figura 7c.	Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por categoría, año 2006.	26
Figura 8a.	Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por grupo de especies, año 2005.	26
Figura 8b.	Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por grupo de especies, año 2006.	27
Figura 9a.	Distribución porcentual de los centros de cultivo con condiciones aeróbicas por región, año 2005.	28
Figura 9b.	Distribución porcentual de los centros de cultivo con condiciones aeróbicas, por región, año 2006.	28
Figura 10a.	Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones aeróbicas, por categoría. 2005.	29
Figura 10b.	Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones aeróbicas, por categoría, año 2006.	29
Figura 11a.	Distribución espacial de producción anual, año 2005.	30

Figura 11b.	Distribución espacial de producción anual, año 2006.	31
Figura 12a.	Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de mitílidos, año 2005	31
Figura 12b.	Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de mitílidos, año 2006	32
Figura 13a.	Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de salmónidos, año 2005	33
Figura 13b.	Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de salmónidos, año 2006	33
Figura 14a.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica, año 2005.	34
Figura 14b.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica, año 2006.	35
Figura 15a.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de moluscos, año 2005.	35
Figura 15b.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de moluscos, año 2006.	36
Figura 16a.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	36
Figura 16b.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	37
Figura 17a.	Distribución espacial de pH año 2005.	37
Figura 17b.	Distribución espacial de pH año 2006.	38
Figura 18a.	Distribución espacial de pH en centros de cultivo de moluscos, año 2005.	38
Figura 18b.	Distribución espacial de pH en centros de cultivo de moluscos, año 2006.	39
Figura 19a.	Distribución espacial de pH en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	39
Figura 19b.	Distribución espacial de pH en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	40
Figura 20a.	Distribución espacial de REDOX, año 2005.	41
Figura 20b.	Distribución espacial de REDOX, año 2006.	41
Figura 21a.	Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de moluscos, año 2005.	42
Figura 21b.	Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de moluscos, año 2006.	42
Figura 22a.	Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	43
Figura 22b.	Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	43
Figura 23a.	Distribución espacial de oxígeno disuelto, año 2005.	44
Figura 23b.	Distribución espacial de oxígeno disuelto, año 2006.	44
Figura 24a.	Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de moluscos, año 2005	45
Figura 24b.	Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de moluscos, año 2006	46
Figura 25a.	Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	46
Figura 25b.	Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	47
Figura 26a.	Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	48
Figura 26b.	Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	49
Figura 27a.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	50
Figura 27b.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	50
Figura 28a.	Distribución espacial de pH en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	51
Figura 28b.	Distribución espacial de pH en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	51
Figura 29a.	Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	52
Figura 29b.	Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	52
Figura 30a.	Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.	53

Figura 30b.	Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.	53
Figura 31a.	Distribución espacial de producción anual para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2005.	54
Figura 31b.	Distribución espacial de producción anual para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.	55
Figura 32a.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2005.	56
Figura 32b.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.	56
Figura 33a.	Distribución espacial de producción anual, para centros de cultivos de algas y moluscos, año 2005.	57
Figura 33b.	Distribución espacial de producción anual, para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.	58
Figura 34a.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2005.	59
Figura 34b.	Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.	59
Figura 35a.	Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Los Lagos, año 2005.	60
Figura 35b.	Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Los Lagos, año 2006.	60
Figura 36a.	Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Aisén, año 2005.	61
Figura 36b.	Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Aisén, año 2006.	61
Figura 37a.	Distribución espacial de centros aeróbicos región de Coquimbo, año 2005.	62
Figura 37b.	Distribución espacial de centros aeróbicos región de Coquimbo, año 2006.	62
Figura 38a.	Distribución espacial de centros aeróbicos región de Atacama, año 2005.	63
Figura 38b.	Distribución espacial de centros aeróbicos región de Atacama, año 2006.	63
Figura 39.	Peces escapados desde centros de cultivo en la X Región de Los Lagos (año 2005).	66
Figura 40.	Peces escapados desde centros de cultivo en la X Región de Los Lagos (año 2006).	67

1. INTRODUCCIÓN

La Política Nacional de Acuicultura (PNA), establece en su objetivo principal los temas ambientales como pilar fundamental en el desarrollo sustentable de la actividad acuícola. Por otra parte establece que los principios básicos orientadores para garantizar la calidad del ambiente donde se desarrollan estas actividades productivas son: eficiencia, efectividad, corresponsabilidad y transparencia de la gestión ambiental pública y privada, asociada al diseño, control y cumplimiento de regulaciones en toda la cadena productiva de la industria acuícola, desarrollada en un bien nacional de uso público.

En 1991 se publicó la Ley General de Pesca y Acuicultura (D.S. (MINECON) N° 430/1991), la cual establece en sus artículos 74° y 87° que los centros de cultivo deberán mantener la limpieza y el equilibrio ecológico de la zona concedida y operar en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua.

Hasta la implementación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en abril de 1997, creado en la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994), en materia de regulación ambiental sólo se contaba con el Decreto Supremo (MINECON) N° 175/1980 y su modificación, D.S. (MINECON) N° 427/1989, los que eran aplicables sólo a una fracción de la actividad de acuicultura.

Recién a fines del año 2001, se publicó el reglamento específico para todas las actividades de acuicultura, el D.S. (MINECON) N° 320/2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), en el cual se establecen esencialmente las pautas para el desarrollo ambientalmente sustentable de esta actividad.

Este reglamento dispone la obligatoriedad de realizar una Caracterización Preliminar de Sitio para aquellos proyectos de acuicultura en sectores de agua y fondo que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Por otra parte, los centros de cultivo en porción de agua y fondo deben realizar un seguimiento anual en el periodo de máxima biomasa, incorporando aquellas variables ambientales definidas para la categoría de cada centro de cultivo de acuerdo a la Resolución acompañante del RAMA.

El artículo 21° del reglamento establece que, la Subsecretaría de Pesca deberá emitir un reporte bienal sobre el estado ambiental de la acuicultura chilena. En este sentido, en febrero de 2006 se publicó el primer informe ambiental para el periodo comprendido entre los años 2003 y 2004.

Los procesos asociados a la elaboración o modificación de las normativas ambientales sectoriales, su monitoreo, control y vigilancia han enfrentado situaciones complejas, los que se han abordado con un alto grado de participación de instituciones públicas y privadas, universidades, asociaciones productivas, profesionales y fundaciones, a través de grupos de trabajo técnico y las instancias institucionales disponibles tales

como la Comisión Nacional de Acuicultura (CNA) y los Consejos Zonales (CZP) y Nacional de Pesca (CNP).

El presente informe contiene la información ambiental recopilada entre los años 2005 y 2006, proporcionada por los (as) titulares de los centros de cultivo a través de los informes ambientales (INFA), analizados por la Subsecretaría de Pesca y las acciones de fiscalización desarrolladas por el Servicio Nacional de Pesca.

Los resultados obtenidos corresponden al análisis de los informes ambientales a nivel país, representando la información a escala regional, por categorías, grupos de especies y evaluación ambiental, entre otros. Además, se incluyen mapas temáticos con la distribución espacial de los centros de cultivo y sus variables ambientales, para las zonas geográficas de mayor concentración de éstos, correspondientes a las regiones de Los Lagos, Aisén, Atacama y Coquimbo.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE

Desde 1990, la actividad acuicultora en Chile ha tenido un importante crecimiento, llegando en el año 2006 a cosechas por sobre las 800 mil toneladas. El desarrollo de esta actividad se concentra, principalmente en las regiones III y IV y en las regiones X y XI. De los centros autorizados y operando, el mayor porcentaje corresponde al grupo de peces (principalmente salmónidos), seguido por los moluscos (principalmente mitílidos y pectínidos) y luego las macroalgas (principalmente gracilaria).

La Tabla 1, contiene en detalle la información de los centros de cultivo, en relación a su producción (sumatoria de los egresos efectuados por centro de cultivo), área autorizada y número de centros con operación por regiones, de acuerdo a la división administrativa regional vigente a diciembre de 2006. Aquí, se observa que la zona sur concentra más del 90% de los centros de cultivo, registrando la X Región los más altos niveles de producción.

En términos de espacio, la superficie total de las concesiones para el año 2005 corresponde a 13.360 hectáreas y 15.175 hectáreas para el año 2006, lo que implicó un aumento de 13,6%. Cabe destacar para el año 2006 que, 11.605 hectáreas (76,5% del total) corresponden a las regiones X, XI y XII.

El número de centros que presentaron operación durante los años 2005 y 2006 fueron 1.330 y 1.574, respectivamente, lo que implicó un aumento de 18,3%. Las regiones X y XI concentraron más del 80% de los centros de cultivo con operación, en dicho período. Tabla1. Detalle regional de producción anual, área autorizada y número de centros con operación para los años 2005 y 2006.

Tabla1. Detalle regional de producción anual, área autorizada y número de centros con operación para los años 2005 y 2006.

Región (*)	2005			2006		
	Producción (t)	Área (ha)	Nº centros con operación	Producción (t)	Área (ha)	Nº centros con operación
I	47	68	9	404	62	8
II	972	297	6	1.687	297	6
III	9.119	915	50	7.590	988	53
IV	10.938	2.297	64	16.808	2174	68
V	821	3	5	2.463	3	7
VII	499		3	576		7
VIII	1.091	9	19	1.534	30	20
IX	2.279	11	49	3.308	16	44
X	666.102	8.230	903	912.426	10100	1.148
XI	245.639	1.478	193	173.703	1456	189
XII	6.984	52	23	7.545	49	18
XIII (RM)	242		6	362		6
Total	944.733	13.360	1.330	1.128.406	15.175	1.574

(*) Referida a la división política-administrativa regional vigente a diciembre de 2006.

El comportamiento de la acuicultura durante los años 2005 y 2006 (Fig. 1), muestra que el total cosechado fue de 739.368 y 835.679 toneladas, respectivamente. De este, el 83,1% (614.435 ton) y el 77,5% (647.579 ton) correspondió a cosecha de peces. Los moluscos por su parte, alcanzaron 14,8% (109.440 ton) para 2005 y 17,94% (149.881 ton) para 2006. En el caso de las algas, el 2,1% (15,493 mil ton) corresponde a las cosechas del año 2005 y 4,57% (38.219 ton) a 2006.

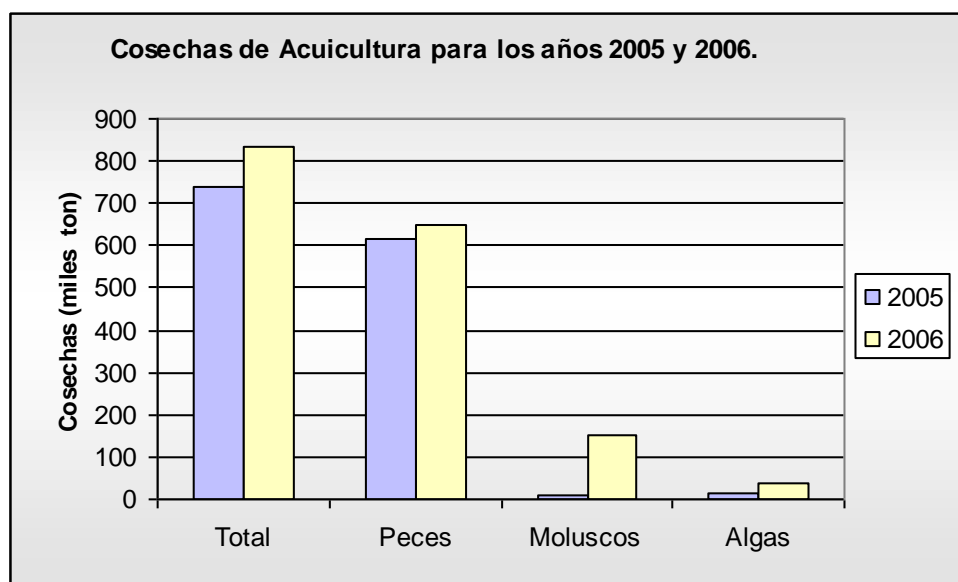


Figura 1. Comparación de las cosechas obtenidas de acuicultura entre los años 2005 y 2006.

3. REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE

La Ley General de Pesca y Acuicultura, (D.S. (MINECON) N° 430 de 1991) establece en su artículo 74° que: *“La mantención de la limpieza y del equilibrio ecológico de la zona concedida, cuya alteración tenga como causa la actividad acuícola será de responsabilidad del concesionario, de conformidad con los reglamentos que se dicten.”*

Por otra parte, en su artículo 87° establece que *“Por uno o más decretos supremos expedidos por intermedio del Ministerio, previos informes técnicos debidamente fundamentados de la Subsecretaría, del Consejo Nacional de Pesca y del Consejo Zonal de Pesca que corresponda, se deberán reglamentar las medidas de protección del medio ambiente para que los establecimientos que exploten concesiones o autorizaciones de acuicultura operen en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos.”*

En este sentido, durante el año 2001 se dictó el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), D.S. (MINECON) N° 320/2001, específico para el sector acuicultor, que da cuenta del mandato legal y establece los procedimientos para mantener la limpieza y equilibrio ecológico en los centros de cultivo y determina que la capacidad de los cuerpos de agua se medirá a través de la condición de oxigenación, en el área de sedimentación.

El RAMA estableció como instrumentos para la conservación y evaluación de las capacidades de los cuerpos de agua, los requisitos de operación previstos en las normas generales y especiales del mismo, así como la Caracterización Preliminar de Sitio y la Información Ambiental en los casos en que resulten procedentes.

Para la implementación de los instrumentos mencionados, durante el año 2003 la Subsecretaría de Pesca publicó la Resolución N° 404/2003 la cual estableció los contenidos y metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio y la Información Ambiental, estableciendo 5 categorías de centros de cultivo, en función del sistema de producción, magnitud de la operación y características del ambiente en que se emplaza el centro, es decir, tipo de fondo y profundidad del sector. Los factores determinados para la clasificación de las categorías y las variables a considerar de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 404/2003, fueron señalados en el primer Informe Ambiental de la Acuicultura (febrero 2006).

En diciembre de 2006 dicha resolución fue reemplazada por la Resolución N° 3.411/2006, para así dar cumplimiento al artículo 22 del RAMA, el cual señala que la resolución que fija tanto los contenidos como las metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) e Información Ambiental (INFA) deberá ser revisada, al menos cada dos años y sometida a consulta de los Consejos Nacional y Zonales de Pesca. Esta nueva resolución consideró 8 categorías para centros de cultivo en operación sobre concesiones o autorizaciones de acuicultura en porción de agua y fondo, que se detallan en las Tablas 2a y 2b.

Tabla 2a. Categorías y variables ambientales a medir en la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS).

Cat.	Características para cada Categoría	Variables a medir (CPS)
0	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo de macroalgas con sistemas de producción de fondo, independiente del nivel de producción. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada igual o inferior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro o profundidades superiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada igual o inferior a 50 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro o profundidades superiores a 60 metros. 	<p>En caso que las profundidades sean iguales o inferiores a 60 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición. <p>En caso de profundidades superiores a 60 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición.
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo de macroalgas con sistemas de producción suspendidos, independiente del nivel de producción. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada inferior a 300 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>En caso de profundidades iguales o inferiores a 60 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición. <p>En el caso de sustrato blando además de lo anterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia orgánica total del sedimento. <p>En caso de profundidades superiores a 60 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición.
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada entre 300 y 1.000 toneladas, inclusive; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada igual o inferior a 50 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición. • Granulometría del sedimento. • Materia orgánica total del sedimento. • Macrofauna bentónica.
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas) ubicados en ambientes marinos, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, ubicados en ambientes marinos, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición. • Granulometría del sedimento. • Materia orgánica total del sedimento. • Macrofauna bentónica. • Potencial redox, pH y temperatura del sedimento. • Correntometría euleriana. • Oxígeno disuelto en la columna de agua. • Temperatura en la columna de agua. • Salinidad en la columna de agua.

Cat.	Características para cada Categoría	Caracterización Preliminar de Sitio (CPS)
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las transectas y estaciones de muestreo o medición. • Correntometría euleriana. • Registro visual.
5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Profundidades superiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Profundidades superiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición. • Correntometría euleriana. • Oxígeno disuelto en la columna de agua. • Temperatura en la columna de agua. • Conductividad/salinidad en la columna de agua.
6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), ubicados en ríos, hasta su desembocadura, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, ubicados en ríos, hasta su desembocadura, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición. • Correntometría euleriana. • Caudal. • Oxígeno disuelto en la columna de agua. • Temperatura en la columna de agua. • Conductividad/salinidad en la columna de agua. • Granulometría del sedimento. • Materia orgánica total del sedimento. • Macroinfauna bentónica. • Potencial redox, pH y temperatura del sedimento.
7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), en lagos o lagunas, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máximas producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, en lagos o lagunas, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Independiente del nivel de producción; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las estaciones de muestreo o medición. • Correntometría euleriana. • Oxígeno disuelto en la columna de agua. • Temperatura en la columna de agua. • Conductividad/salinidad en la columna de agua. • Granulometría del sedimento. • Materia orgánica total del sedimento. • Macroinfauna bentónica. • Potencial redox, pH y temperatura en el sedimento.

* Los centros de cultivo se clasificarán en Categoría 0, 1, 2, 4 ó 5, independiente del ambiente (marino, lacustre o fluvial) en el que se encuentren ubicados.

Tabla 2b. Categorías y variables ambientales a medir en la Información Ambiental (INFA).

Cat.	Características para cada Categoría	Variables a medir (INFA)
0	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo de macroalgas con sistemas de producción de fondo, independiente del nivel de producción. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada igual o inferior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro o profundidades superiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada igual o inferior a 50 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro o profundidades superiores a 60 metros. 	<p>No debe entregar resultados de variables de terreno, sólo Ficha de Centro y Resumen de aplicación del plan de contingencia.</p>
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo de macroalgas con sistemas de producción suspendidos, independiente del nivel de producción. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada inferior a 300 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>En caso de profundidades iguales o inferiores a 60 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico y de sustrato, ubicación actual de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición y referencia. <p>En el caso de sustrato blando además de lo anterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Materia orgánica total del sedimento. <p>En caso de profundidades superiores a 60 metros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico, ubicación actual de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición y referencia.
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada entre 300 y 1.000 toneladas, inclusive; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada igual o inferior a 50 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico y de sustrato, ubicación actual de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición y referencia. ● Granulometría del sedimento. ● Materia orgánica total del sedimento. ● Macroinfauna bentónica.
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas) ubicados en ambientes marinos, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, ubicados en ambientes marinos, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico y de sustrato, ubicación actual de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición y referencia. ● Granulometría del sedimento. ● Materia orgánica total del sedimento. ● Macroinfauna bentónica. ● Potencial redox, pH y temperatura del sedimento. ● Oxígeno disuelto en la columna de agua. ● Temperatura en la columna de agua. ● Salinidad en la columna de agua.

Cat.	Características para cada Categoría	Información Ambiental (INFA)
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Sustrato duro o semiduro y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico y de sustrato, ubicación actual de los módulos de cultivo y de las transectas. ● Registro visual.
5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Profundidades superiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Profundidades superiores a 60 metros. 	<p>Todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico, ubicación actual de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición. ● Oxígeno disuelto en la columna de agua. ● Temperatura en la columna de agua. ● Conductividad/salinidad en la columna de agua. ● Caudal, sólo en caso de ríos.
6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), ubicados en ríos, hasta su desembocadura, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, ubicados en ríos, hasta su desembocadura, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máxima producción anual proyectada superior a 50 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico y de sustrato, ubicación actual de las estaciones de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición y referencia. ● Caudal. ● Granulometría del sedimento. ● Materia orgánica total del sedimento. ● Macroinfauna bentónica. ● Potencial redox, pH y temperatura del sedimento. ● Oxígeno disuelto en la columna de agua. ● Temperatura en la columna de agua. ● Conductividad/salinidad en la columna de agua.
7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción extensivo (excepto macroalgas), en lagos o lagunas, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Máximas producción anual proyectada superior a 1.000 toneladas; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. ➤ Centros de cultivo con sistemas de producción intensivo, en lagos o lagunas, que presenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Independiente del nivel de producción; y ○ Sustrato blando y profundidades iguales o inferiores a 60 metros. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Plano batimétrico y de sustrato, ubicación actual de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición y referencia. ● Granulometría del sedimento. ● Materia orgánica total del sedimento. ● Macroinfauna bentónica. ● Potencial redox, pH y temperatura del sedimento. ● Oxígeno disuelto en la columna de agua. ● Temperatura en la columna de agua. ● Conductividad/salinidad en la columna de agua.

La primera modificación que sufrió el RAMA (D.S. N° 106 de 2005) incorporó un inciso final al Artículo 4º, sobre las condiciones especiales de cultivo de las especies exóticas.

Por otra parte, durante enero de 2008 se publicó la modificación al Reglamento Ambiental para la Acuicultura, (D.S. (MINECON) N°86/2007) el cual consideró entre otras, las siguientes modificaciones:

- En el caso de los centros de cultivo ubicados en lagos, se aplicará la medida de mitigación forzosa al primer año de detectarse condiciones anaeróbicas en los sedimentos bajo las estructuras de cultivo. Esto implica una reducción al año siguiente de un 30% en el número de ejemplares a cultivar para el caso de sistemas de producción intensivos, y la reducción de un 30% de la biomasa inicial de ejemplares o algas a cultivar para el caso de sistemas de producción extensivos.
- Incorpora una definición de condiciones aeróbicas y anaeróbicas en la columna de agua. Además, establece que sólo se podrán realizar actividades que modifiquen las condiciones de oxígeno del área de sedimentación con una autorización previa de la Subsecretaría de Pesca.

A partir de la promulgación de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente y la implementación de su Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en 1997, todos los (las) solicitantes para ejercer actividades de acuicultura deben someterse a dicho sistema. En el caso de centros de cultivo anteriores a esta ley, deben someterse al SEIA al modificar significativamente sus proyectos técnicos originales.

En base a lo anterior, se presenta el detalle de los proyectos de acuicultura ingresados al SEIA durante los años 2005 y 2006:

Tabla 3. Situación de proyectos de acuicultura ingresados al SEIA, año 2005.

ESTADO proyectos de acuicultura 2005					
Región	Favorable	Desfavorable	Desistimiento	En calificación	Total
I	7				7
II	3		1		4
III	3	1			4
IV	1			2	3
VIII		1			1
IX	6	1			7
X	129	2	3		134
XI	44	12	2		58
Total	190	17	6	2	215
Porcentaje	88,4%	7,9%	2,8%	0,9%	100%

Tabla 4. Situación de proyectos de acuicultura ingresados al SEIA, año 2006.

ESTADO proyectos de acuicultura 2006					
Región	Favorable	Desfavorable	Desistimiento	En calificación	Total
I	5				5
II	1		1		2
III	4	2			6
IV	3			1	4
V	1	1			2
VII	1				1
VIII	2				2
IX	2	1			3
X	98	33	6		137
XI	76	29	18	3	126
XII	7		1		8
Total	200	66	26	4	296
Porcentaje	67,6%	22,3%	8,8%	1,4%	100%

Para el periodo 2005-2006, ingresó un total de 511 proyectos de acuicultura al SEIA, de los cuales 390 obtuvieron una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable.

De los 190 proyectos de acuicultura calificados favorablemente durante el año 2005, sólo 8 correspondieron a modificaciones de proyectos técnicos. Esta situación cambia notablemente durante el año 2006, donde de los 200 proyectos de acuicultura calificados favorablemente, 88 correspondieron a modificaciones de proyectos técnicos (Tabla 5a).

Tabla 5a. Número de proyectos de acuicultura favorable y desfavorables correspondientes a modificación de proyectos técnicos, por región, años 2005 y 2006.

Región	2005		2006	
	Favorable	Desfavorable	Favorable	Desfavorable
VIII		1		
IX	1			1
X	5		33	30
XI	2	1	55	20
Total	8	2	88	51

Se observa que las regiones en los que se presentaron modificaciones de proyectos técnicos de acuicultura presentados fueron la X y XI regiones.

Tabla 5b. Proyectos de acuicultura con RCA favorable y desfavorable según grupo/tipo de cultivo, años 2005 y 2006.

Grupo/tipo de cultivo	2005		2006	
	Favorables	Desfavorables	Favorables	Desfavorables
Moluscos	99		53	2
Salmónidos	64	13	118	60
Otros Peces			1	
Crustáceos			1	1
Algas	7	1	3	
Hatchery	2		6	
Piscicultura	14	3	15	2
Policultivos	4		3	1
Total	190	17	200	66

En la Tabla 5b, se observa que los proyectos de salmónidos con RCA favorable del año 2006 corresponden a casi el doble de los registrados el año 2005 (118 versus 64). En tanto, los proyectos favorables de moluscos para el año 2005 superaron en casi el doble lo registrado el año 2006 (99 versus 53). Por otra parte, se observa un aumento en el número de proyectos desfavorables al 2006, especialmente los salmónidos (60 versus 13 el año 2005).

4. RESULTADOS

El total de documentos con información ambiental presentados para el período 2005-2006, fue de 3.052, de los cuales se evaluaron 2.241 Informes Ambientales (73,4%) en condición aeróbica/anaeróbica y que corresponden a los centros de cultivo que debían presentar resultados de variables ambientales de acuerdo a su categoría, es decir, aquellos centros de cultivo ubicados en porción de agua y fondo (Tabla 6).

De los 3.052 centros de cultivo que presentaron información, 572 (18,7%) correspondieron a centros en tierra, pisciculturas, hatcheries y centros en descanso, los que sólo debían informar la bitácora de aplicación del plan de contingencia (Tabla 6), por lo que no aplica la evaluación de aerobia/anaerobia.

En tanto, 239 centros de cultivo (7,8%) presentaron inconsistencias en la metodología utilizada para la realización del informe ambiental (Tabla 6). Esta situación fue notificada a los (as) titulares mediante cartas de la Subsecretaría.

Tabla 6. Estadística de evaluación de aerobia/anaerobia de Informes Ambientales ingresados en el periodo 2005-2006.

Año	Total evaluados	No aplica evaluación	Sin evaluación	Total
2005	1.101	251	147	1.499
2006	1.140	321	92	1.553
2005-2006	2.241	572	239	3.052

4.1 ANÁLISIS DE INFORMES AMBIENTALES EVALUADOS

Este informe consideró el análisis de **1.101** INFAs para el **2005** y **1.140** INFAs para el **2006**, por lo que el total para el período **2005-2006** corresponde a **2.241** informes ambientales evaluados, correspondientes a centros de cultivo en porción de agua y fondo.

Las Figuras 2a y 2b muestran la distribución de las INFAs evaluadas por región, para los años 2005 y 2006.

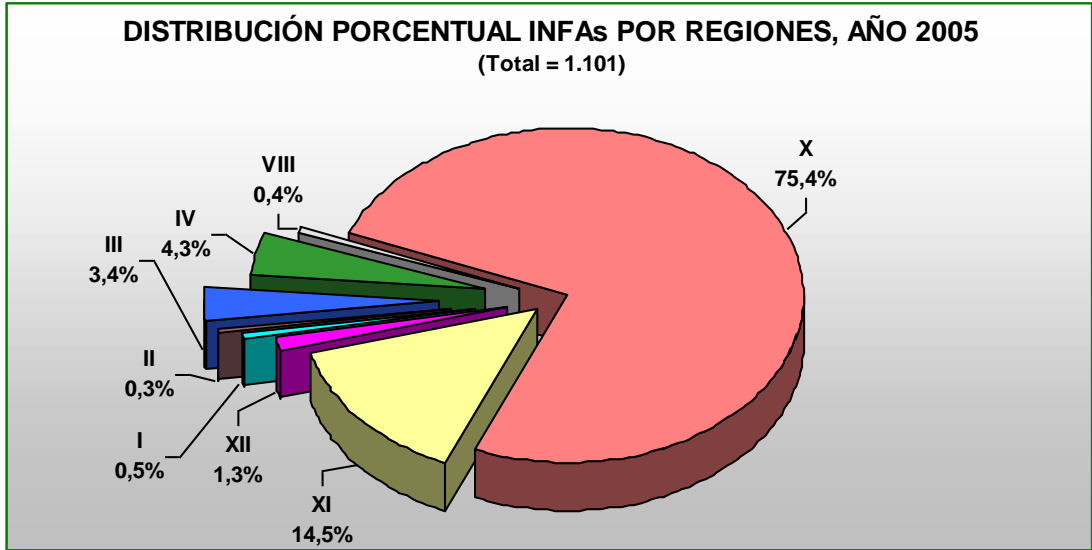


Figura 2a. Distribución porcentual de INFAs por regiones, año 2005.

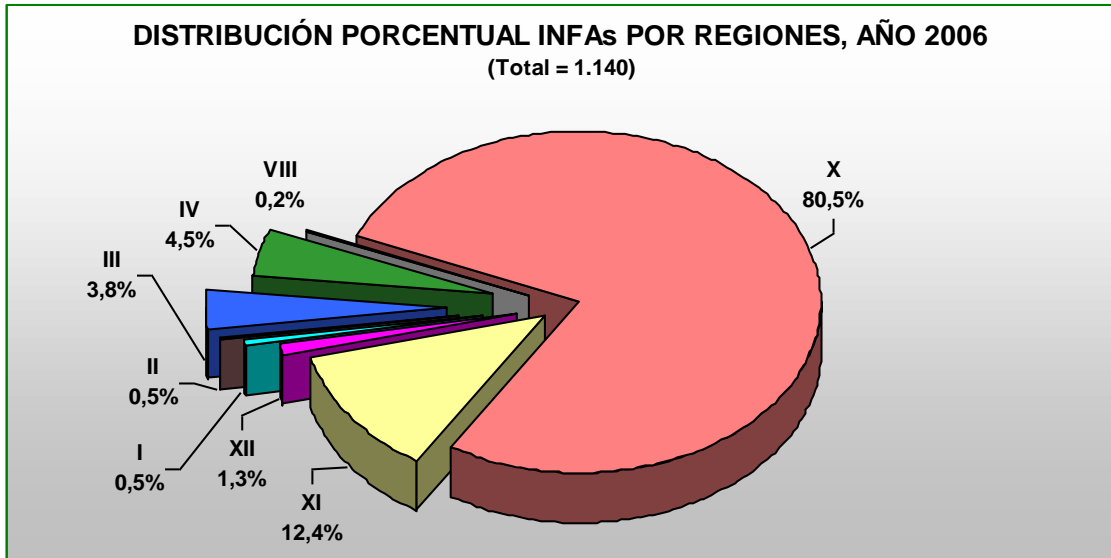


Figura 2b. Distribución porcentual de INFAs por regiones, año 2006.

El análisis para cada año indica que, el mayor número de INFAs presentadas correspondió a la X Región, con porcentajes superiores al 75%, seguidas por la XI y IV con 13,3% y 4,3%, regiones (Figuras 2a y 2b). Por tanto, para el período 2005-2006 la X región presentó la mayor proporción de informes, siendo concordante, dado que es en esta zona donde principalmente se concentra la acuicultura del país.

Las Figuras 3a y 3b representan la distribución de las INFAs por grupos de especies, para los años 2005 y 2006. Aquí observamos que tanto los moluscos (sobre el 50%) como los salmónidos (sobre el 40%) son los grupos más cultivados, seguidos por las macroalgas (alrededor de un 3%).

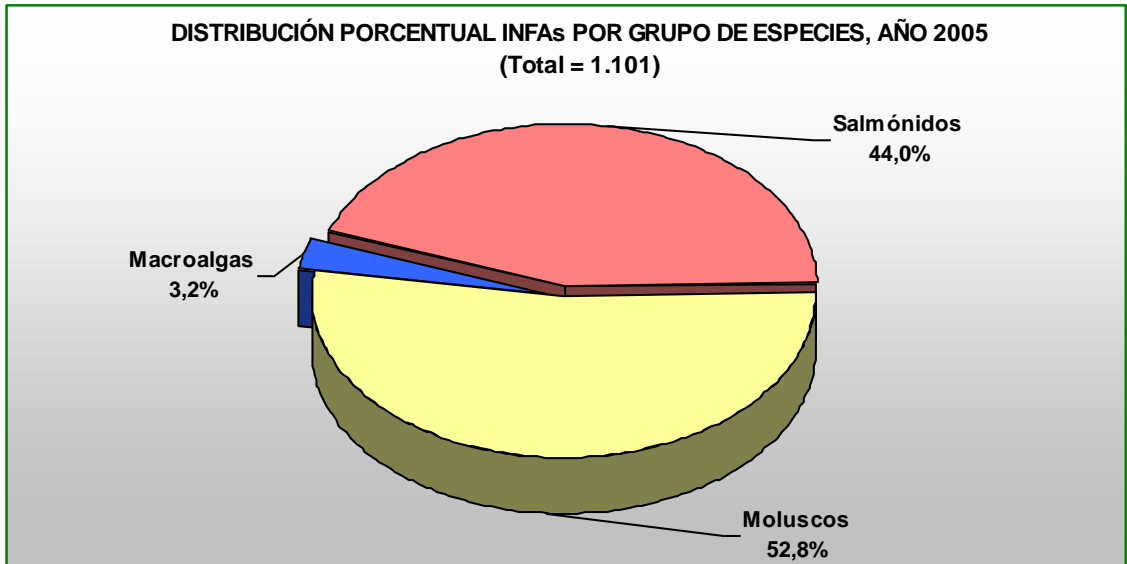


Figura 3a. Distribución porcentual de INFAs por grupo de especies, año 2005.

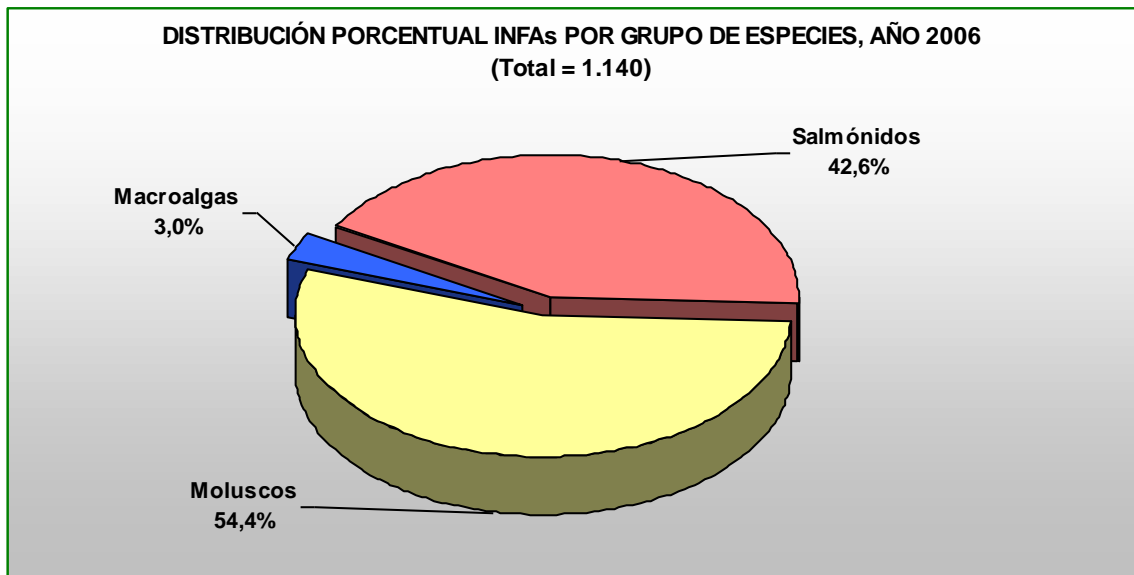


Figura 3b. Distribución porcentual de INFAs por grupo de especies, año 2006.

La Información Ambiental de estos estudios, se encuentra de conformidad con las categorías de clasificación señaladas en la Resolución (SUBPESCA) N° 404/2003, donde se especifica que los centros de cultivo para la entrega y definición de las variables ambientales a monitorear anualmente, deben ser categorizados dependiendo de la profundidad del sector, tipo de cultivo, producción máxima, tipo de cuerpo de agua y tipo de fondo.

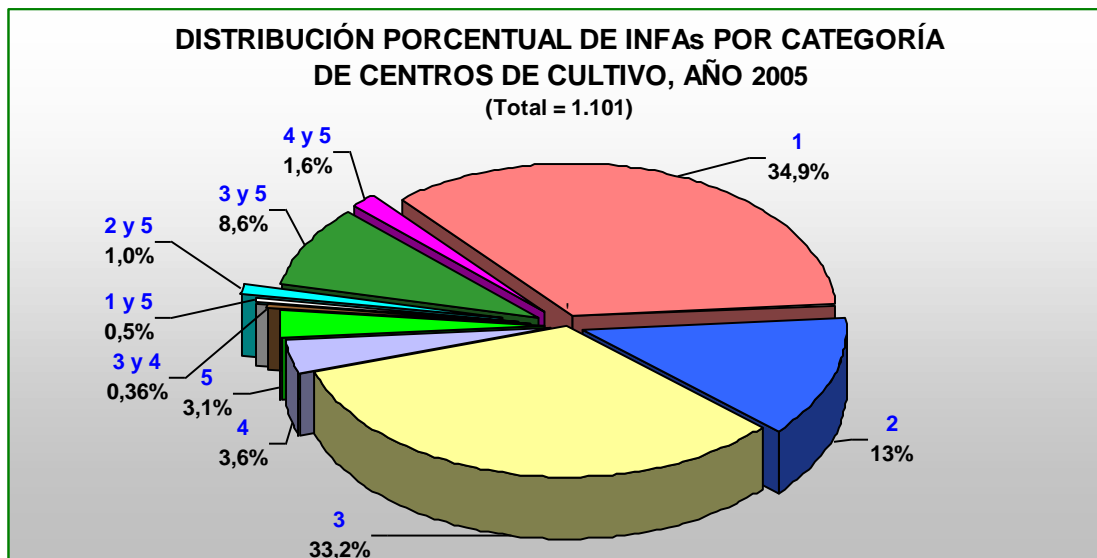


Figura 4a. Distribución porcentual de INFAs por categoría de los centros de cultivo, año 2005.

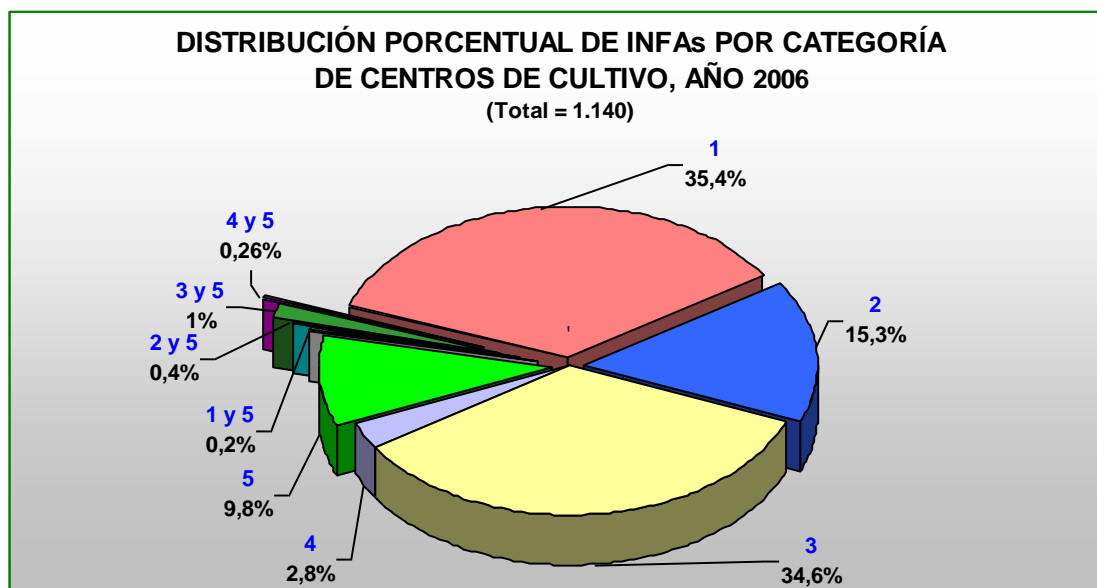


Figura 4b. Distribución porcentual de INFAs por categoría de los centros de cultivo, año 2006.

Las Figuras 4a y 4b, que representan en detalle la distribución de INFAs por categoría para cada año, indican porcentajes mayores de INFAs evaluadas en las categorías 1 (alrededor de 35%) y 3 (entre 33 y 35%), seguidas por la categoría 2 (entre un 13 y 15%). Destaca en el 2006, un mayor porcentaje de INFAs correspondientes a la categoría 5 con 9,8% respecto del año 2005 que fue de 3,1%. A su vez, se evaluaron en menor porcentaje INFAs de la categoría 3 y 5 (1%) respecto del año 2005 (8,6%). La clasificación de los centros de cultivo en las categorías señaladas en la Resolución (SUBPESCA) N° 404/2003, vigente para el período analizado, permite relacionar a

dichos centros con los impactos esperados y en base a esto, determinar las variables a considerar para cada categoría en particular. Al respecto, las variables exigidas en cada caso deberían fluctuar dentro de ciertos rangos de aceptabilidad, por ejemplo presentar porcentajes de materia orgánica inferiores a 15%, concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua superiores a 0,5 ml/L en las capas más profundas, valores de pH superiores a 6,8 y registros de potencial redox ($Eh_{(NHE)}$) superiores a 0 mV en los sedimentos.

Mediante el análisis de la Información Ambiental obtenida se determinaron aquellas INFAs que presentaron condiciones anaeróbicas, es decir que no cumplieron con los rangos de aceptabilidad mínimos. Estos resultados se representan en las Figuras 5a, 5b y 5c, que muestran la distribución porcentual de las INFAs en condiciones anaeróbicas por región, para el período 2005-2006 y en detalle para cada año. Además, la Figura 6 representa la comparación del número de centros anaeróbicos por regiones para los años 2005 y 2006.

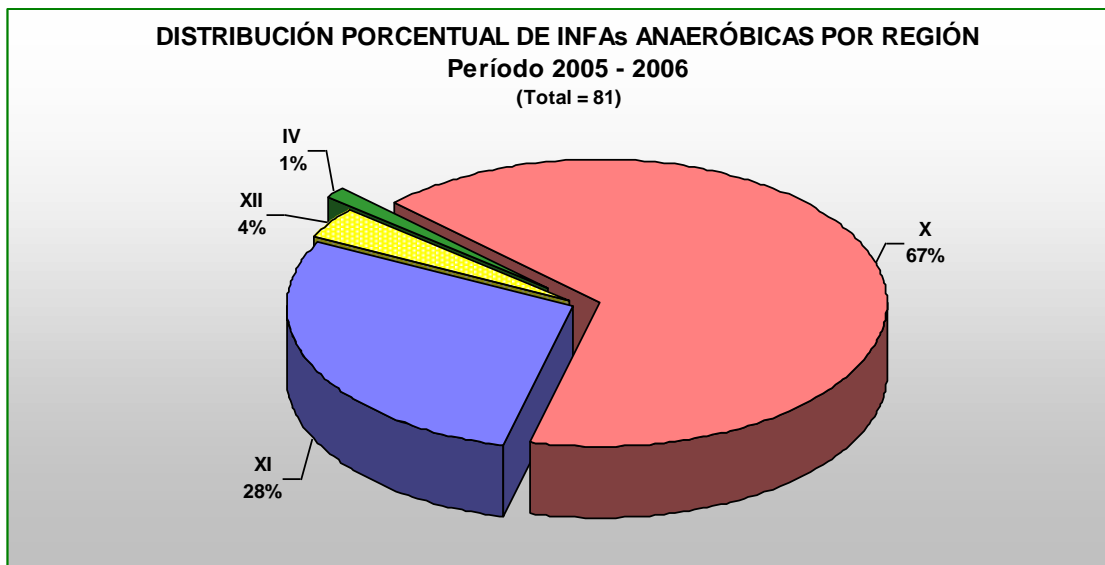


Figura 5a. Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas por región, para el período 2005-2006.

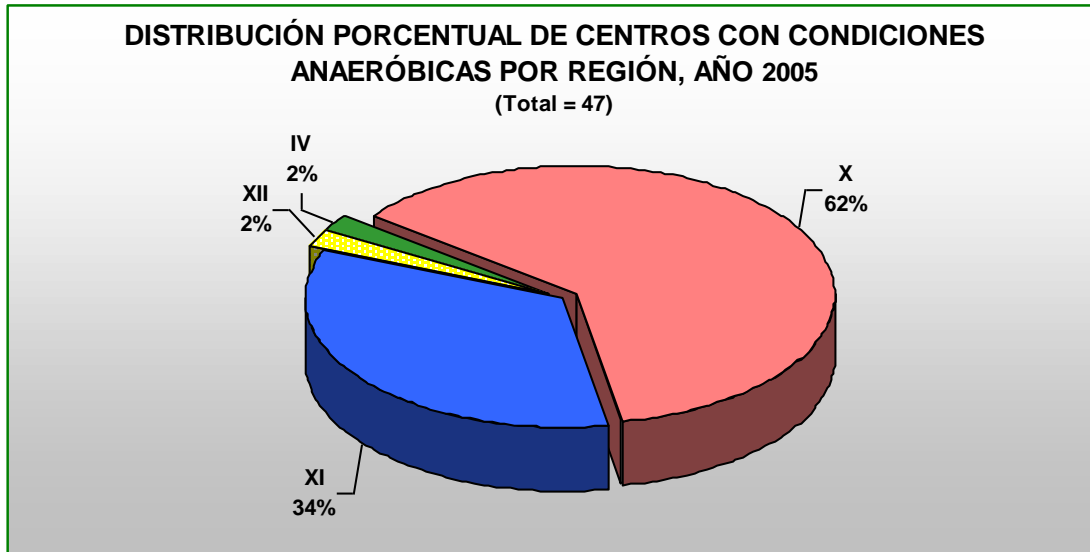


Figura 5b. Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas por región, año 2005.

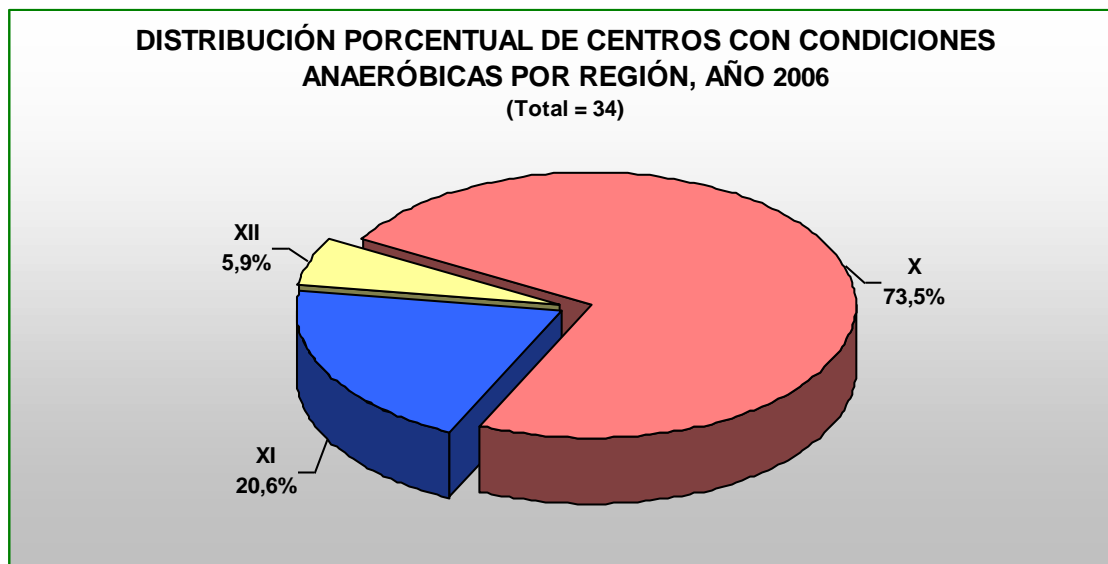


Figura 5c. Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas por región, año 2006.

Tabla 7. Comparación del número de centros en condiciones anaeróbicas por región, años 2005 y 2006.

Región	2005	2006	Total
IV	1	0	1
X	29	25	54
XI	16	7	23
XII	1	2	3
Total	47	34	81

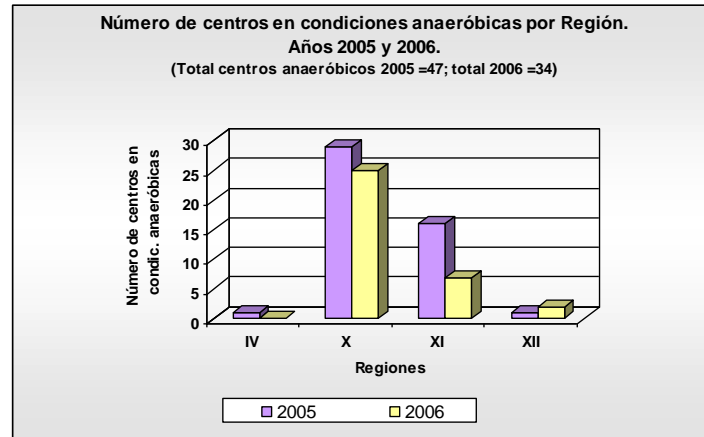


Figura 6. Comparación del número de centros en condiciones anaeróbicas por región, años 2005 y 2006.

La evaluación de las INFAs para el período 2005-2006, arrojó un total de **81 INFAs en condiciones anaeróbicas** (tabla 7), correspondiendo a un 3,61% del total evaluado. En la Figura 5a, se observa que la mayoría de las INFAs evaluadas con condiciones anaeróbicas provienen de la X Región (67%) y seguida por la XI Región (28%). El porcentaje restante se registran en las regiones IV y XII.

En el año **2005** se registró un total de **47 centros con condiciones anaeróbicas**, lo que representa el 4,3% del total de INFAs evaluadas para ese año. En tanto, para el año **2006** se presentaron **34 centros con condiciones anaeróbicas**, lo que representa aproximadamente un 3,0% del total de INFAs evaluadas en dicho año. En las Figuras 5b y 5c, se observa la misma tendencia dada para el período evaluado, con los mayores porcentajes de centros anaeróbicos en la X región, seguido por la XI región.

El menor número de centros con condiciones anaeróbicas para el año 2006, se traduce en una reducción del 14% para la X Región (de 29 a 25 centros) y de 56% para la XI Región (de 16 a 7 centros), respecto del año 2005 (Figura 6).

En cuanto a las categorías de las INFAs con condiciones anaeróbicas, las Figuras 7a, 7b y 7c muestran esta relación para el período 2005-2006 y en específico para cada año. Además, las Figuras 8a y 8b representan la distribución porcentual de las INFAs anaeróbicas por grupo de especies para los años 2005 y 2006.

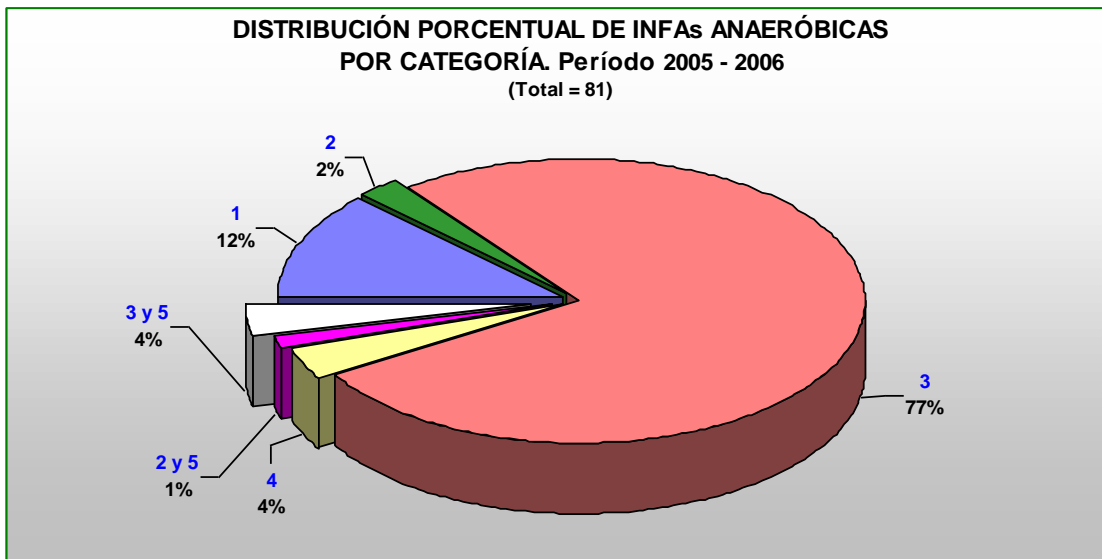


Figura 7a. Distribución porcentual de INFAs anaeróbicas por categoría, para el período 2005-2006.

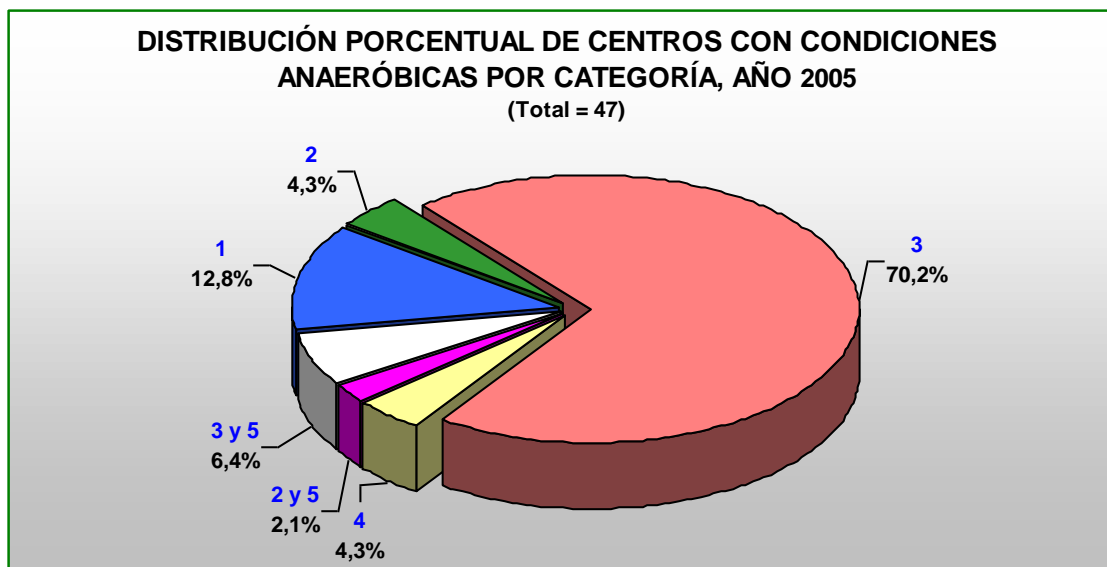


Figura 7b. Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por categoría, año 2005.

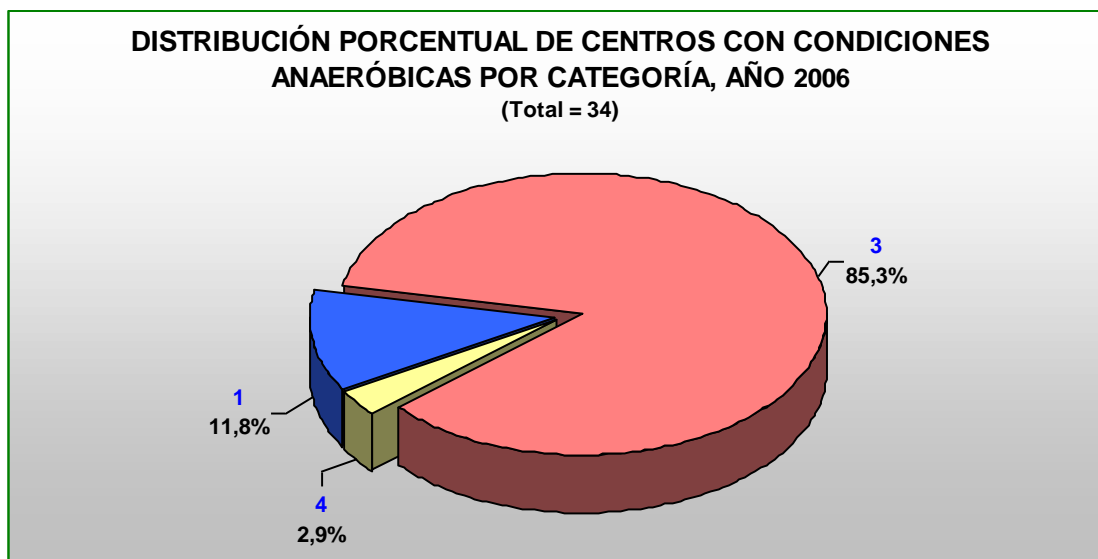


Figura 7c. Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por categoría, año 2006.

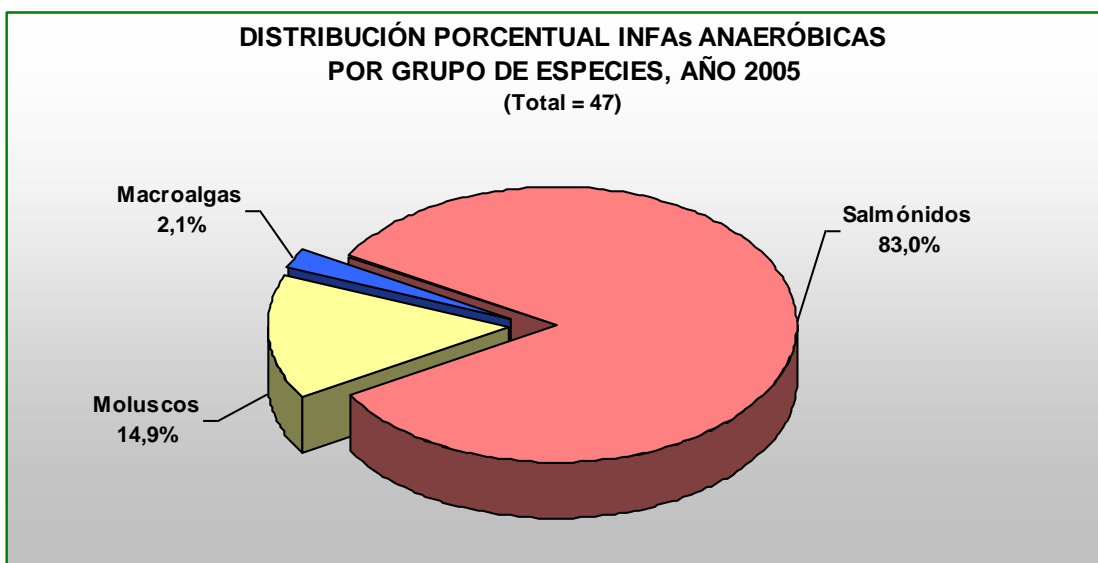


Figura 8a. Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por grupo de especies, año 2005.

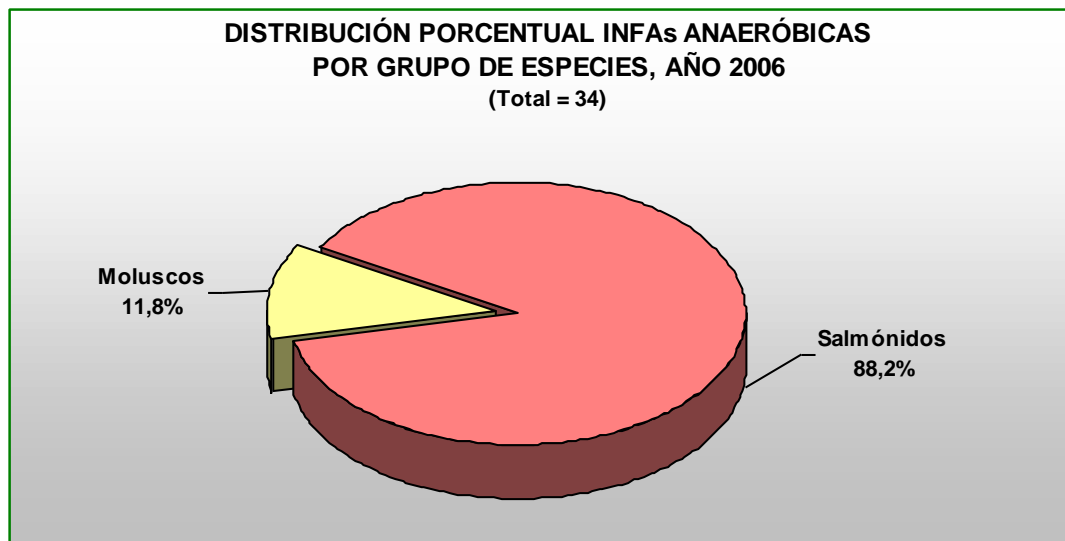


Figura 8b. Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones anaeróbicas, por grupo de especies, año 2006.

Las INFAs evaluadas como anaeróbicas para el período 2005-2006 (Figura 7a), corresponden principalmente a la categoría 3 (77%), seguidas con un menor porcentaje por la categoría 1 (12%).

El análisis de cada año muestra la misma tendencia anterior (Figuras 7b y 7c), con un alto porcentaje de INFAs que corresponden a centros de la categoría 3 (sobre 70%), seguido de centros clasificados en la categoría 1 (alrededor del 12%). Además, se observa que para el año 2006 se registran menos centros anaeróbicos en otras categorías de clasificación, lo que podría explicarse por el menor número de centros de estas categorías que operaron durante ese año.

Destaca además que, el mayor porcentaje de los centros en condiciones anaeróbicas corresponde a centros de cultivo de salmónidos (entre 83 y 88%), seguido con porcentajes mucho menores por los cultivos de moluscos (entre 11 y 15%) (Figuras 8a y 8b).

En tanto, las INFAs que presentaron **condiciones aeróbicas** para el período **2005-2006** fueron en total **2.160**, de las cuales **1.054** y **1.106** INFAs corresponden al año **2005** y **2006**, respectivamente.

Las Figuras 9a y 9b, representan los porcentajes de INFAs aeróbicas por región, para los años 2005 y 2006.

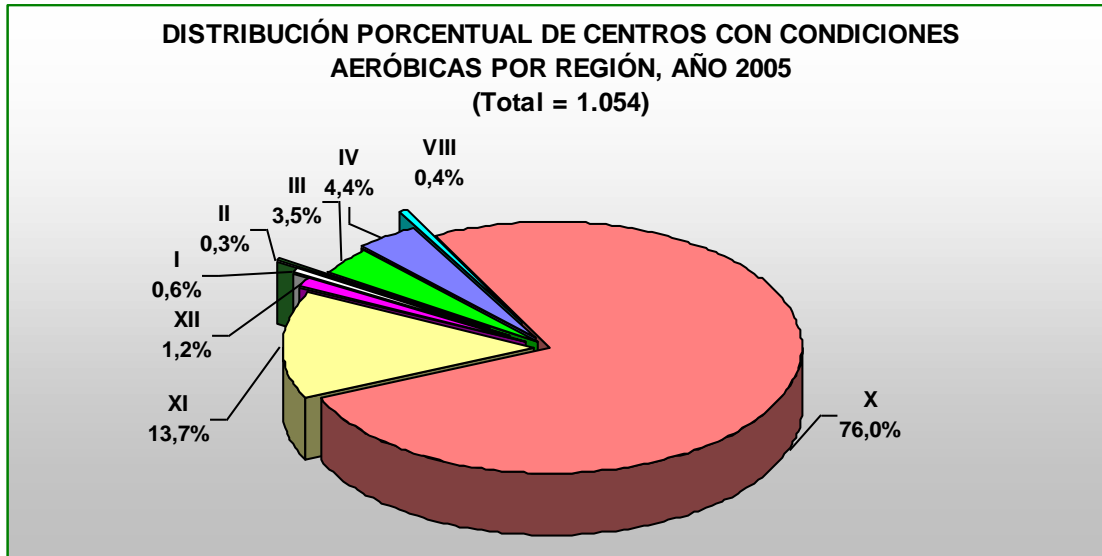


Figura 9a. Distribución porcentual de los centros de cultivo con condiciones aeróbicas, por región, año 2005.

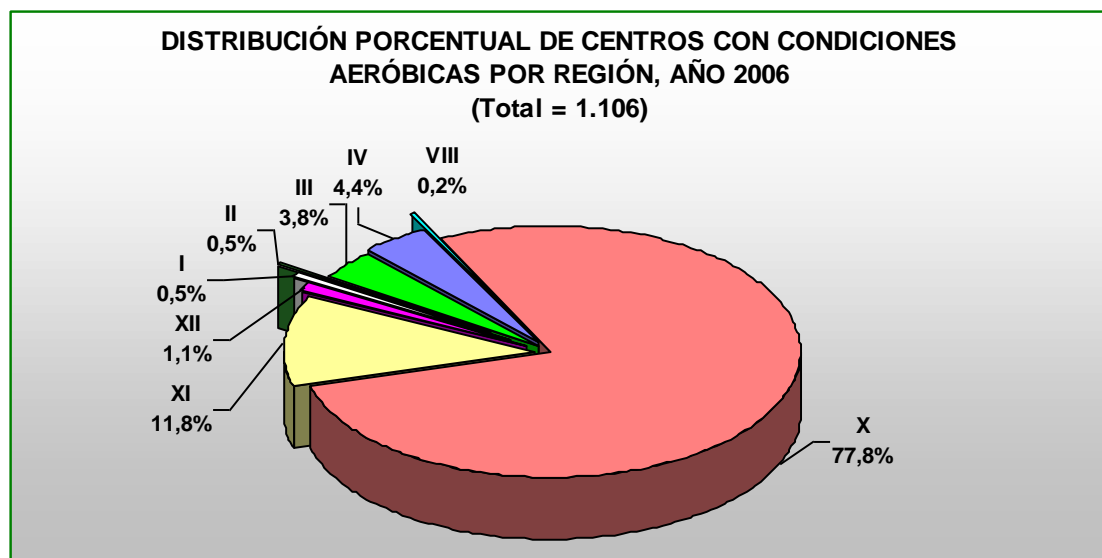


Figura 9b. Distribución porcentual de los centros de cultivo con condiciones aeróbicas, por región, año 2006.

El mayor porcentaje de centros con condiciones aeróbicas se registró en la X región (entre 76 y 78%), seguida por la XI región (entre 12 y 14%). Cabe recordar que, en estas regiones es donde se concentra el mayor número de centros de cultivo, por lo cual se obtienen tanto los mayores porcentajes de centros anaeróbicos como también los aeróbicos (Figuras 9a y 9b).

Por lo anterior, para el período 2005-2006 el mayor porcentaje de INFAs aeróbicas se registró en la X región (76,9%), seguida en menor porcentaje por la XI región (12,7%). Por otra parte, las Figuras 10a y 10b representan los porcentajes de las INFAs con condiciones aeróbicas por categoría de clasificación, para los años 2005 y 2006.

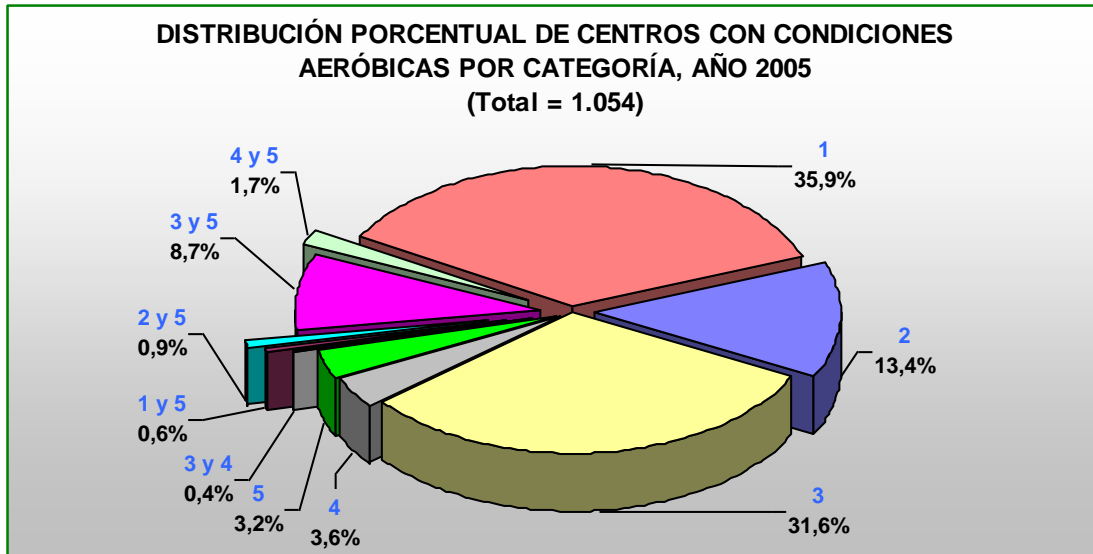


Figura 10a. Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones aeróbicas, por categoría, año 2005.

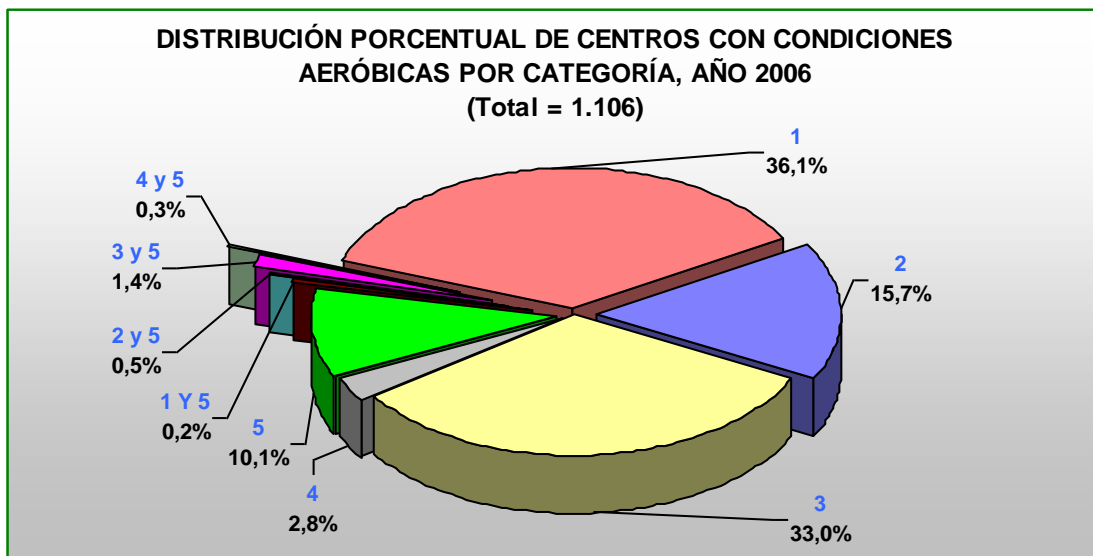


Figura 10b. Distribución porcentual de centros de cultivo con condiciones aeróbicas, por categoría, año 2006.

El mayor porcentaje de centros aeróbicos corresponde a las categorías 1 (36%) y 3 (32% aprox.), seguidas en menor porcentaje por centros correspondientes a la categoría 2 (entre 13 y 16%) (Figuras 10a y 10b). En específico, para el año 2006 se observan menos centros aeróbicos de la categoría 3 y 5 (1,4% versus 8,7% el 2005) y la ausencia de centros de la categoría 3 y 4. Por otra parte, se registra un aumento en el número de centros aeróbicos de la categoría 5 (10,1% versus 3,2% el 2005).

4.2 ANALISIS ESPACIAL DESCRIPTIVO

Con el objeto de describir el comportamiento espacial de los niveles de producción informados y de las variables ambientales, entregadas por los titulares de los centros de cultivo en los informes ambientales de los años 2005 y 2006, se confeccionaron mapas temáticos para la Región de Los Lagos, Región de Aisén, Región de Atacama y Región de Coquimbo, zonas geográficas donde se concentra más del 90% de la actividad de acuicultura del país.

Esta información se elaboró utilizando el programa ArcGis 8.3, a partir de los promedios por estación de muestreo de cada centro de cultivo y se presentan por grupos de especie, principalmente salmónidos, mitílidos y pectínidos, así como la integración de ambos.

Se presenta información de producción, materia orgánica, pH, potencial de óxido-reducción y oxígeno disuelto.

4.2.1 REGIÓN DE LOS LAGOS

4.2.1.1 PRODUCCIÓN

Los valores de producción, entendida como la sumatoria de los egresos efectuados por un centro de cultivo durante los años 2005 y 2006, para la integración de los grupos de mitílidos y salmónidos, muestran un predominio del rango 1.001 - 5.000 toneladas. Este rango de producción se distribuye por toda la región. Durante el año 2006 se observa un aumento en los rangos de producción, en centros de cultivo ubicados en los sectores de Castro-Quinchao y Hualaihué (Fig. 11a y 11b).

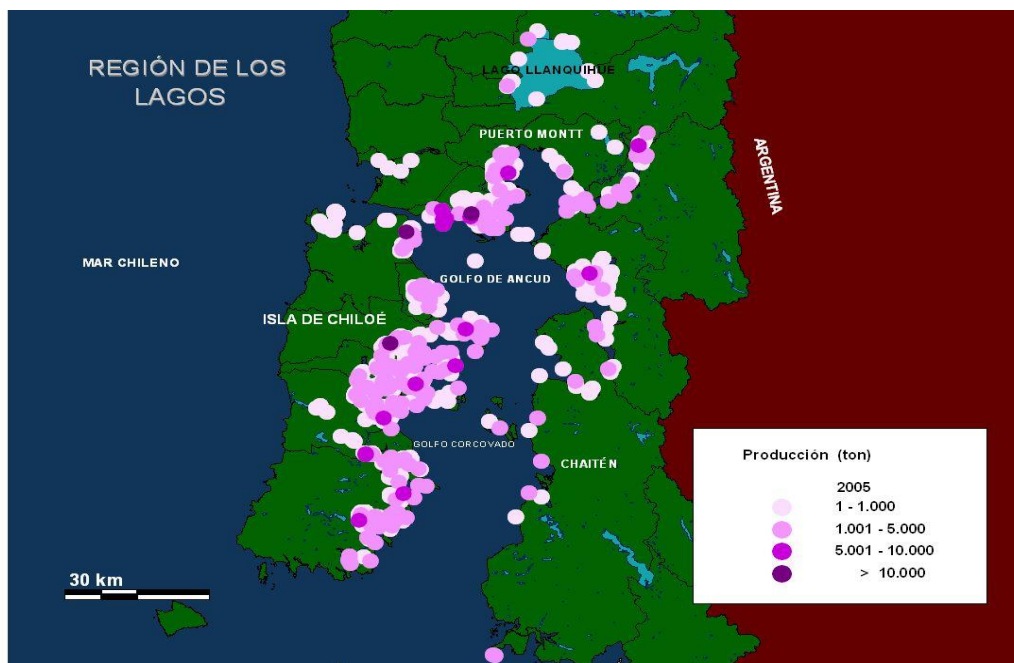


Figura 11a. Distribución espacial de producción anual, año 2005.

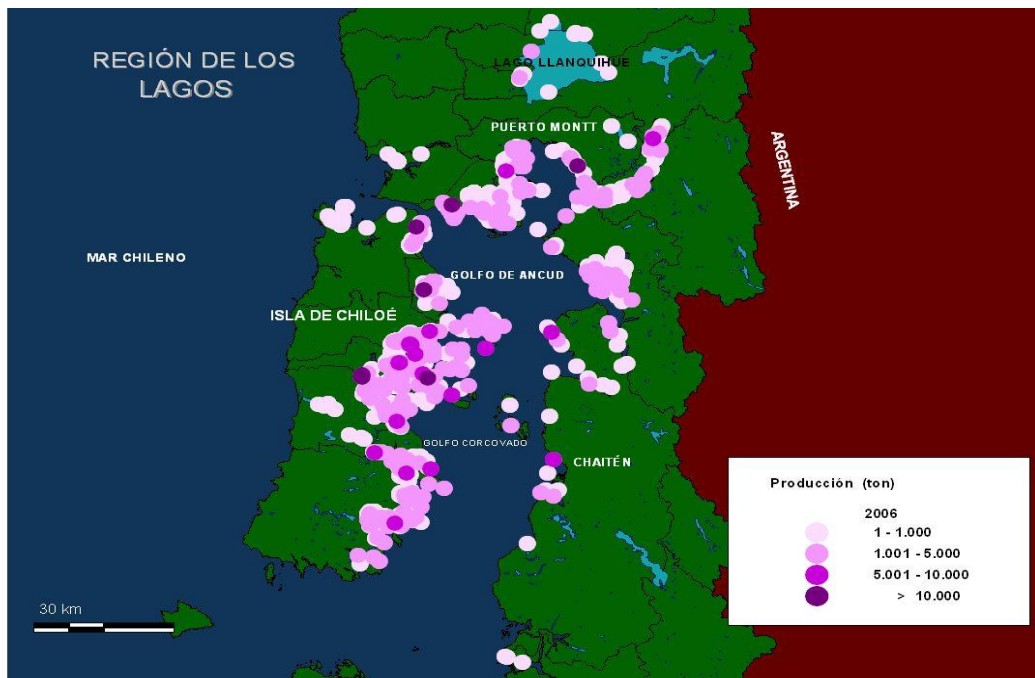


Figura 11b. Distribución espacial de producción anual, año 2006.

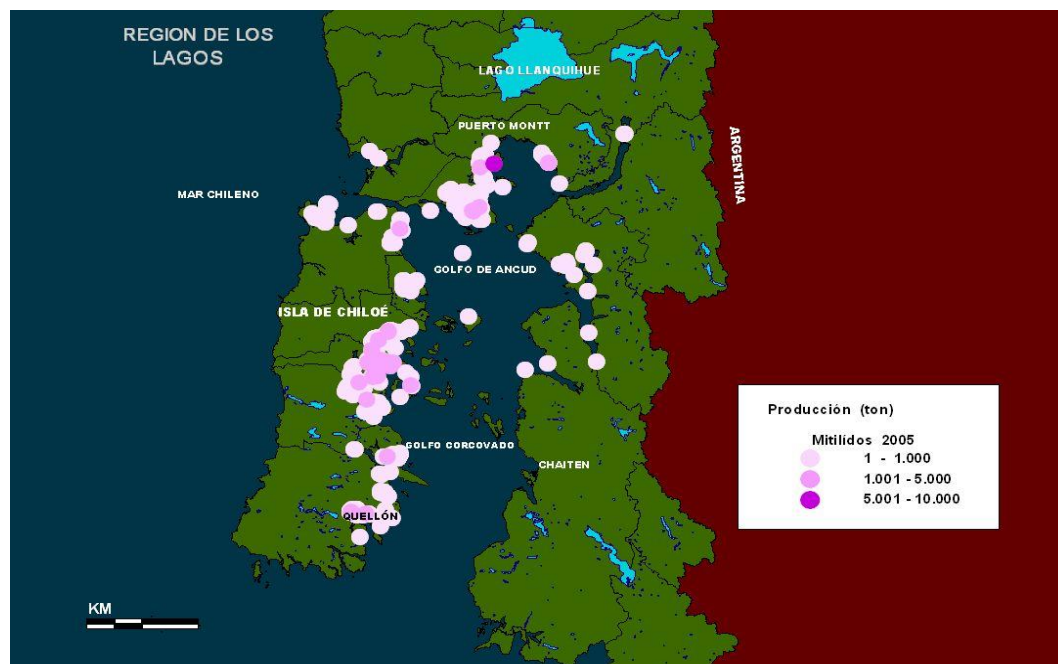


Figura 12a. Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de mitílicos, año 2005.

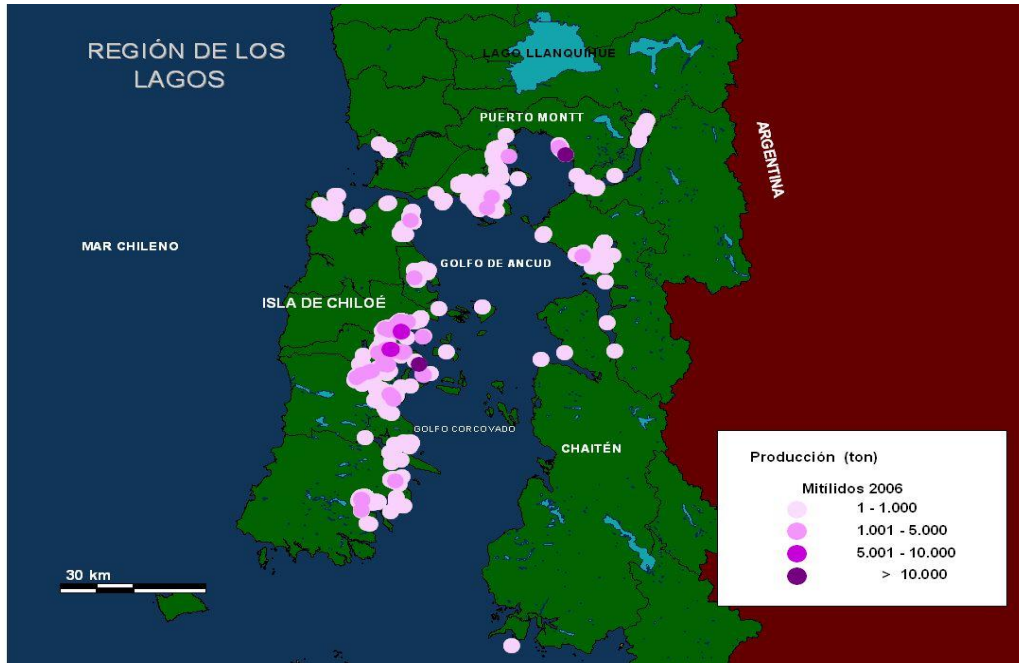


Figura 12b. Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de mitílicos, año 2006.

En términos generales, los rangos de producción de mitílicos durante el año 2005, fluctuaron principalmente entre 1 - 1.000 toneladas, en sectores como Ancud, Hualaihué, Reloncaví y Quellón, con la excepción de los centros ubicados en las cercanías de Castro y Calbuco, que oscilaron en el rango de 1.000 - 5.000 toneladas. Durante el año 2006, se registró un aumento en los niveles productivos en los sectores cercanos a Castro, encontrándose centros en el rango de 5.000 - 10.000 toneladas. También destaca un centro de cultivo ubicado en la costa Este del Seno Reloncaví, con producción sobre las 10.000 toneladas (Fig. 12a y 12b).

La producción de salmónidos, en términos generales, se ubicó en el rango de 1.000 - 5.000 toneladas en toda la región de Los Lagos durante el año 2005, destacando centros aislados en todos los sectores en el rango de 5.001 - 10.000 toneladas. Durante el año 2006, se observa un aumento en los niveles productivos, especialmente en el sector de Castro-Quinchao (Fig. 13a y 13b).

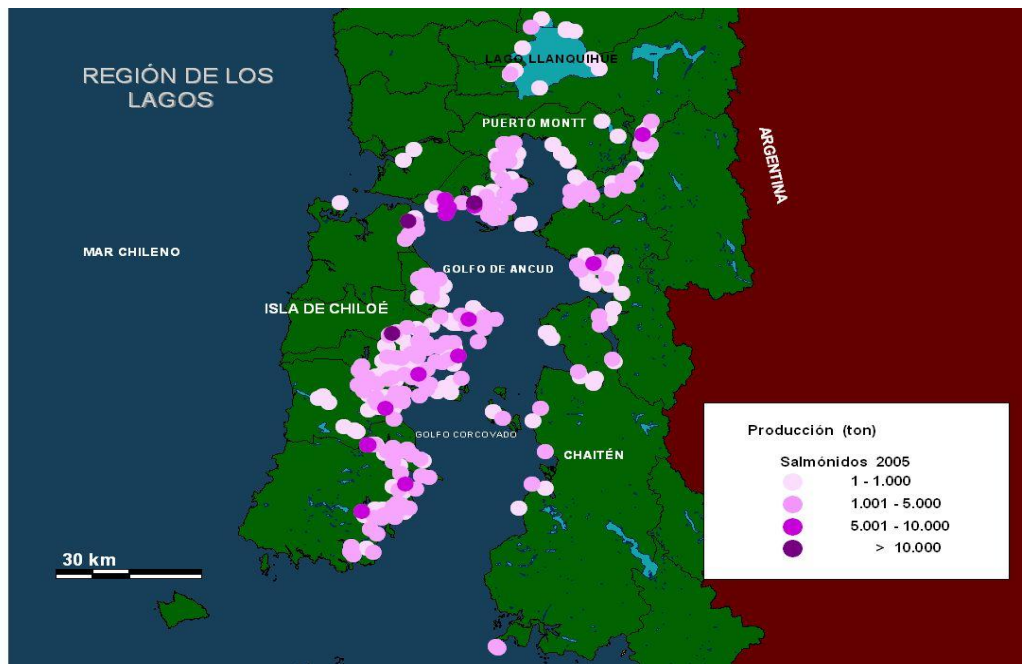


Figura 13a. Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

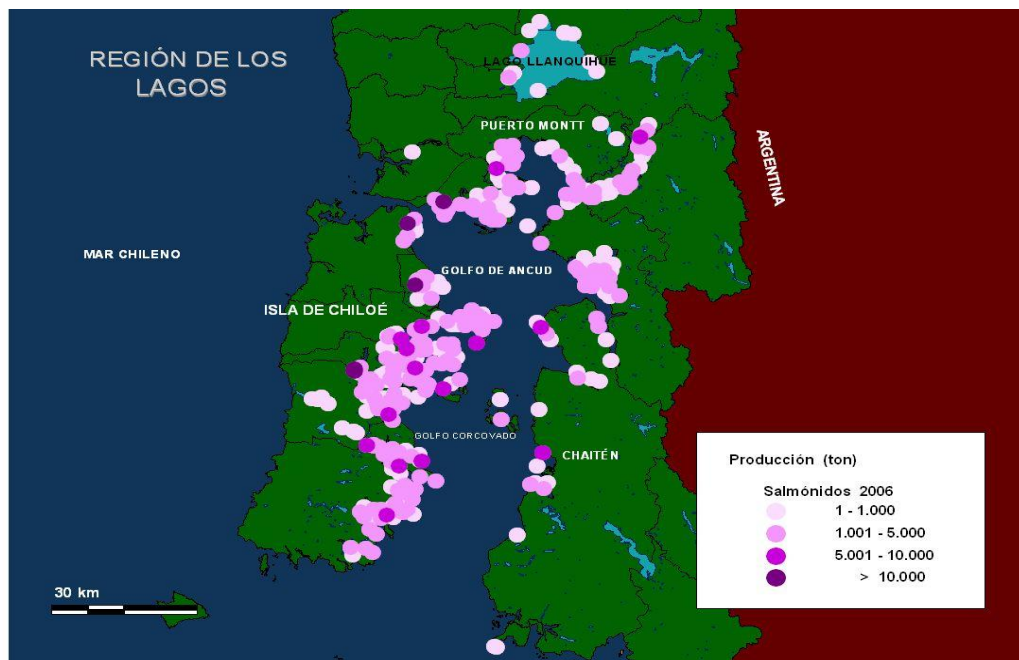


Figura 13b. Distribución espacial de producción anual en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

4.2.1.2 VARIABLES AMBIENTALES REGIÓN DE LOS LAGOS

a) MATERIA ORGÁNICA

En las figuras 14a y 14b se representan los porcentajes de concentraciones de materia orgánica de la Región de Los Lagos, correspondiente a los antecedentes entregados en los informes ambientales de los años 2005 y 2006, de los grupos de salmónidos y moluscos.

La distribución espacial de las concentraciones de materia orgánica son similares para ambos años. En términos globales, los valores más altos se registraron en las cercanías de Quellón, Queilen, Ancud y Lago Llanquihue. El sector del Estero Reloncaví presenta valores medios en el rango de 3,1 – 8%.

Las concentraciones de materia orgánica en el área, para el grupo de los moluscos en el año 2005, se encuentran principalmente entre 0,1 y 3%, no obstante se destacan sectores con valores por sobre 8% en las cercanías de Quellón, Ancud y Calbuco y valores sobre el 15% en las cercanías de Quellón y Ancud. Para el año 2006, las concentraciones de materia orgánica de este grupo, presentaron un aumento en el rango de 3,1 – 8,0 % respecto del año 2005 (Fig. 15a y 15b).

Para el grupo salmónidos, durante el año 2005, la concentración de la materia orgánica (Fig. 16a) predomina en el rango de 0,1 - 3%, no obstante, destacan los sectores de Reloncaví, Castro-Quinchao y Quellón en el rango 3,1 – 8% y Queilen y lagos cercanos con valores sobre el 15%. En el año 2006 se observa en general las mismas condiciones del año 2005, destacando un aumento en valores sobre 8% en las cercanías de Calbuco (Fig. 16b).

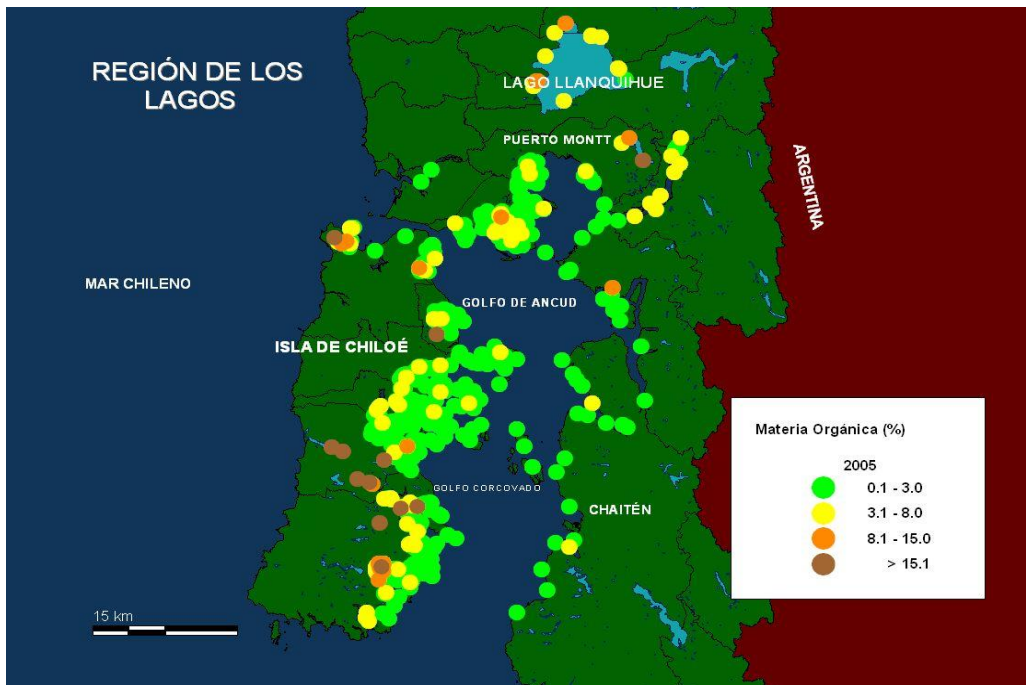


Figura 14a. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica, año 2005.

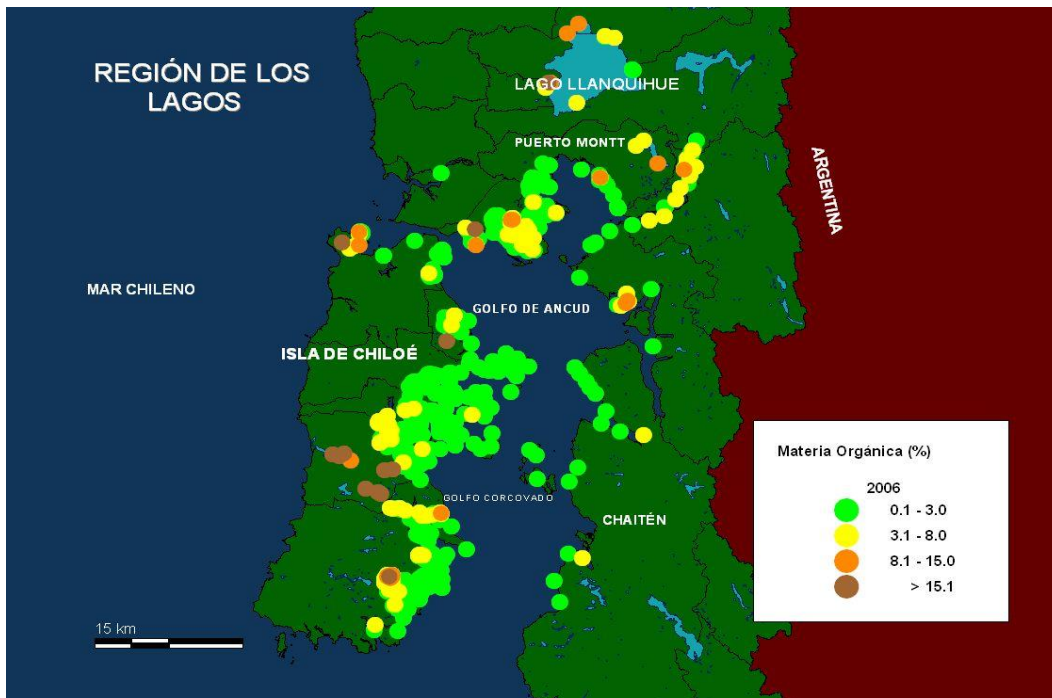


Figura 14b. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica, año 2006.

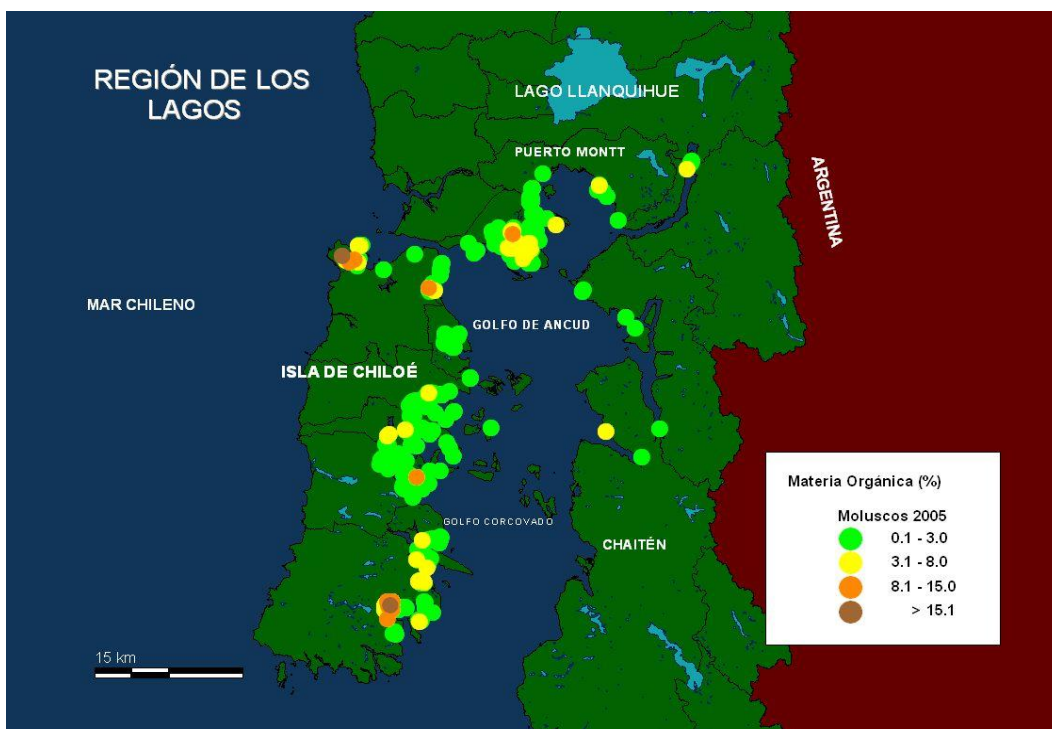


Figura 15a. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de moluscos, año 2005.

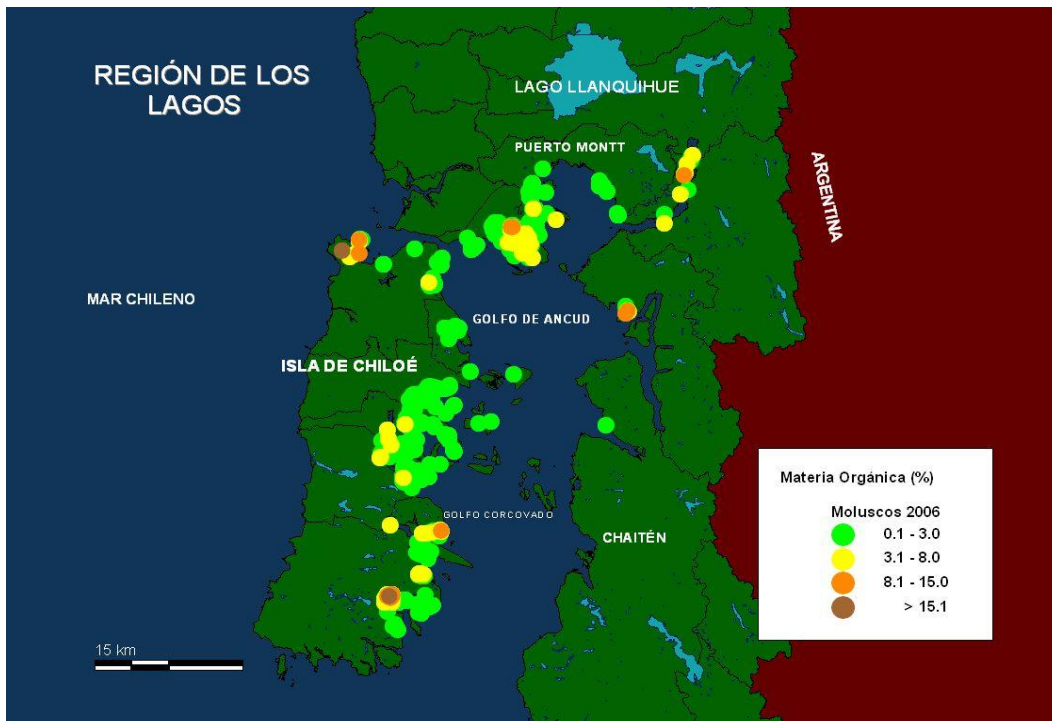


Figura 15b. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de moluscos, año 2006.

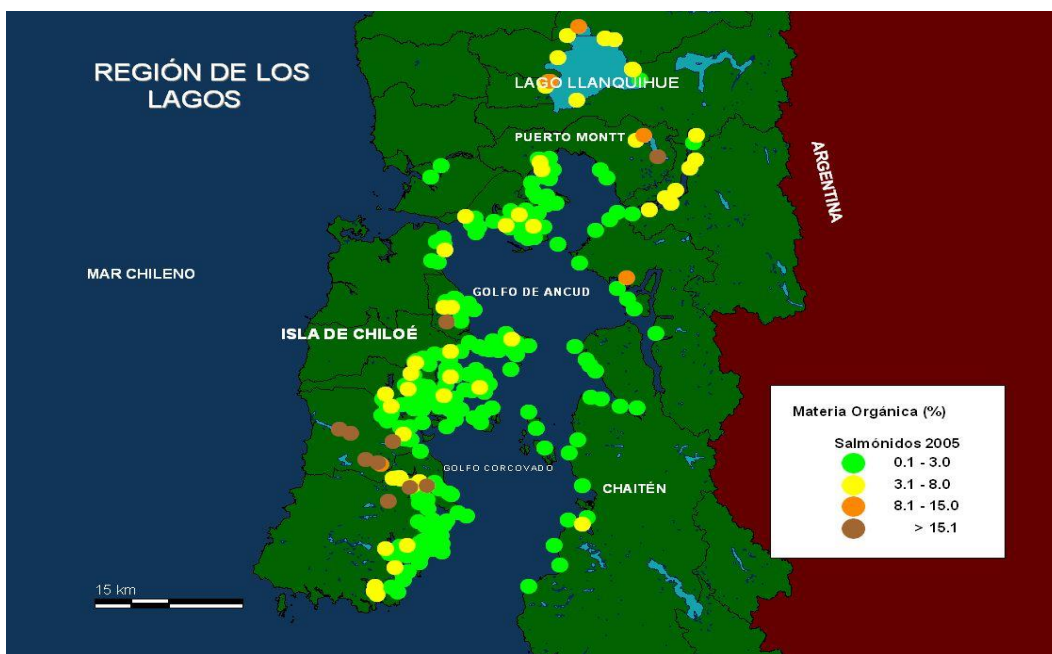


Figura 16a. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

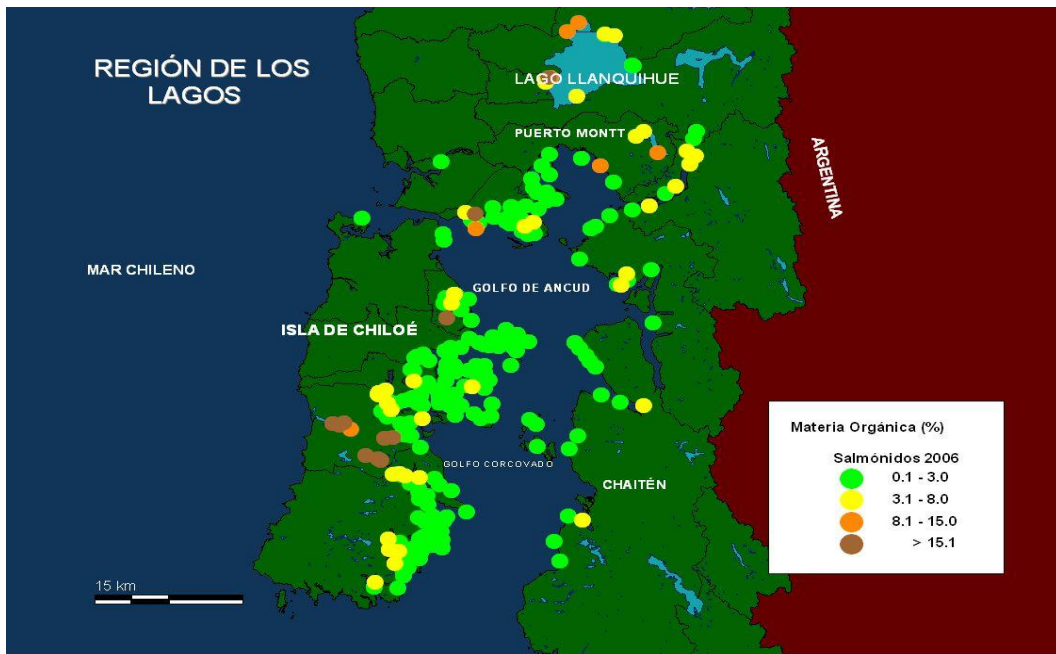


Figura 16b. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

b) pH

En el año 2005, los valores de pH fueron ligeramente más básicos respecto del año 2006 (sobre 7,6 versus el rango de 6,8–7,5). Destaca la zona cercana a Quellón, con un notorio cambio en los valores de pH desde un rango más básico en el año 2005 a un rango medio en el año 2006. Los cuerpos de agua terrestres se destacan por los bajos valores de pH, indicando condiciones más ácidas. (Fig. 17a y 17b)

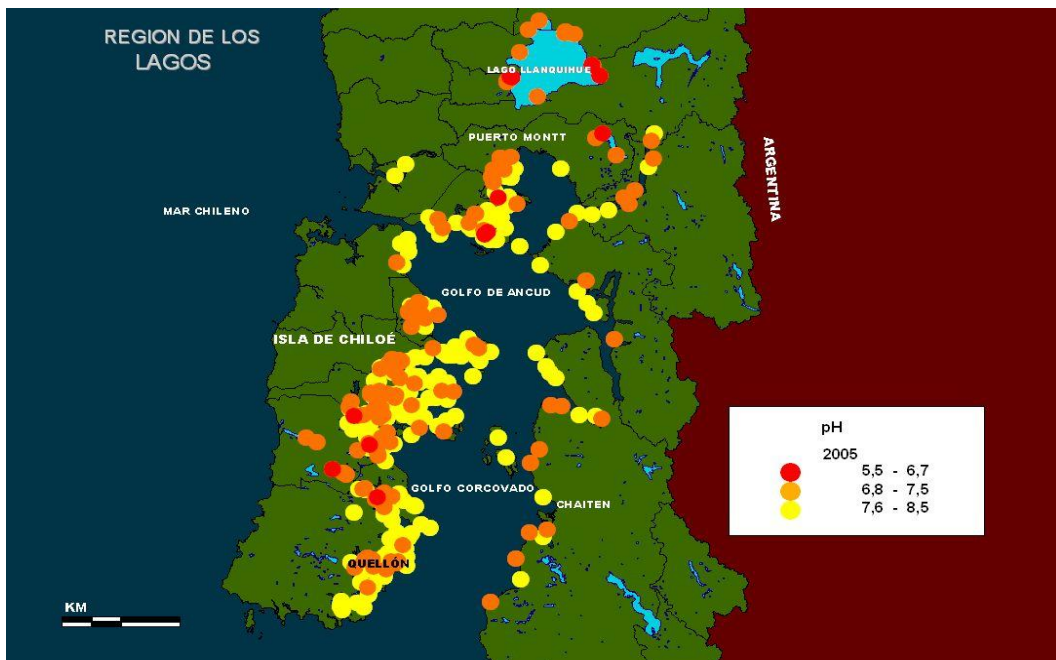


Figura 17a. Distribución espacial de pH año 2005.

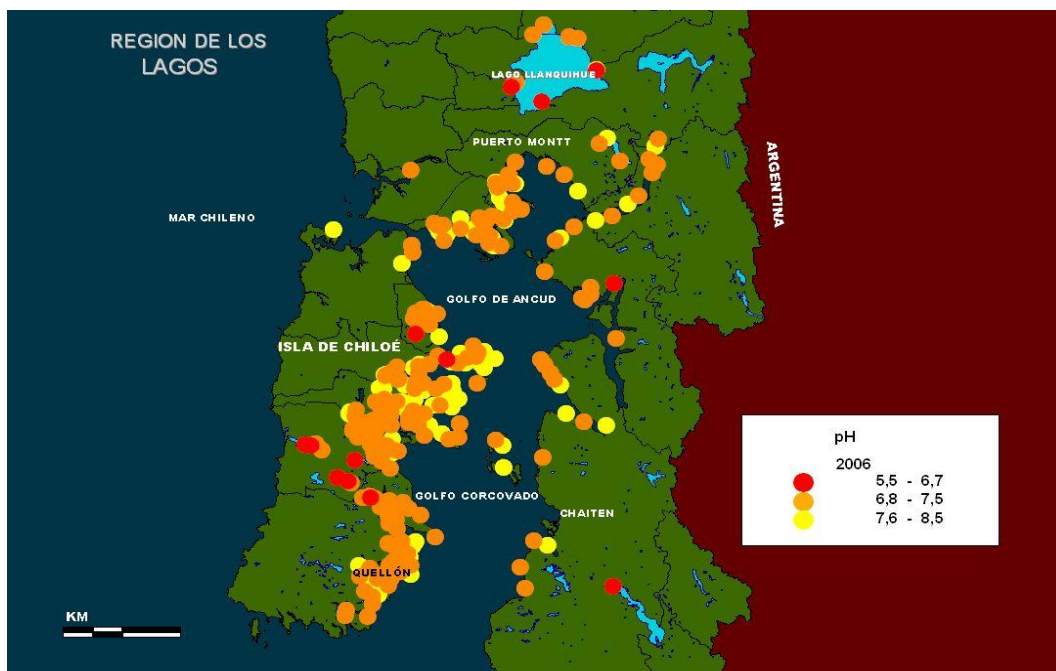


Figura 17b. Distribución espacial de pH año 2006.

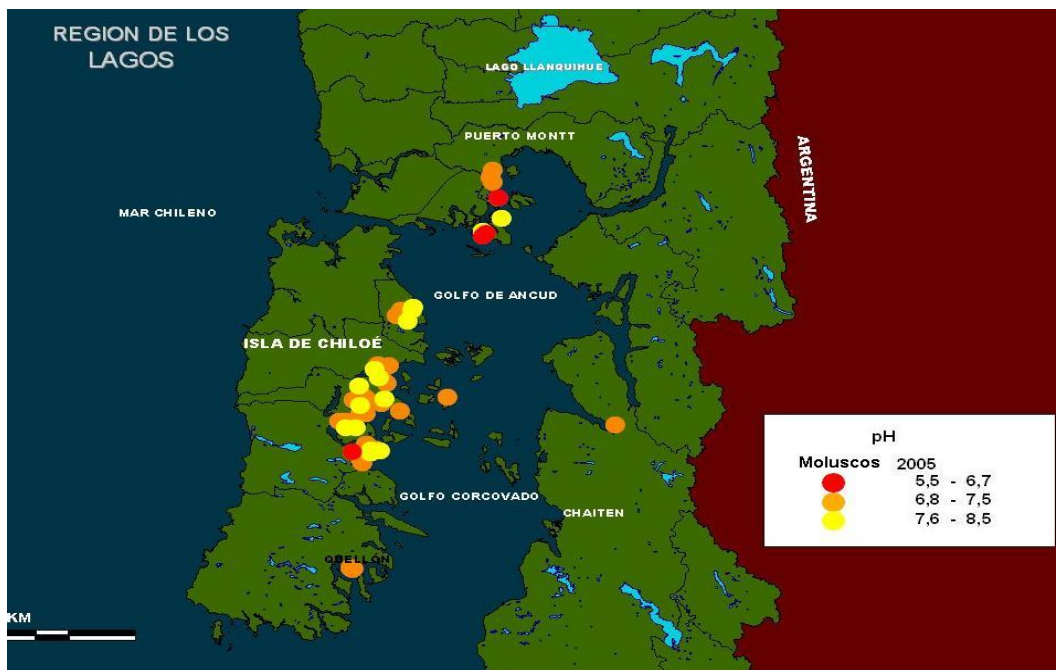


Figura 18a. Distribución espacial de pH en centros de cultivo de moluscos, año 2005.

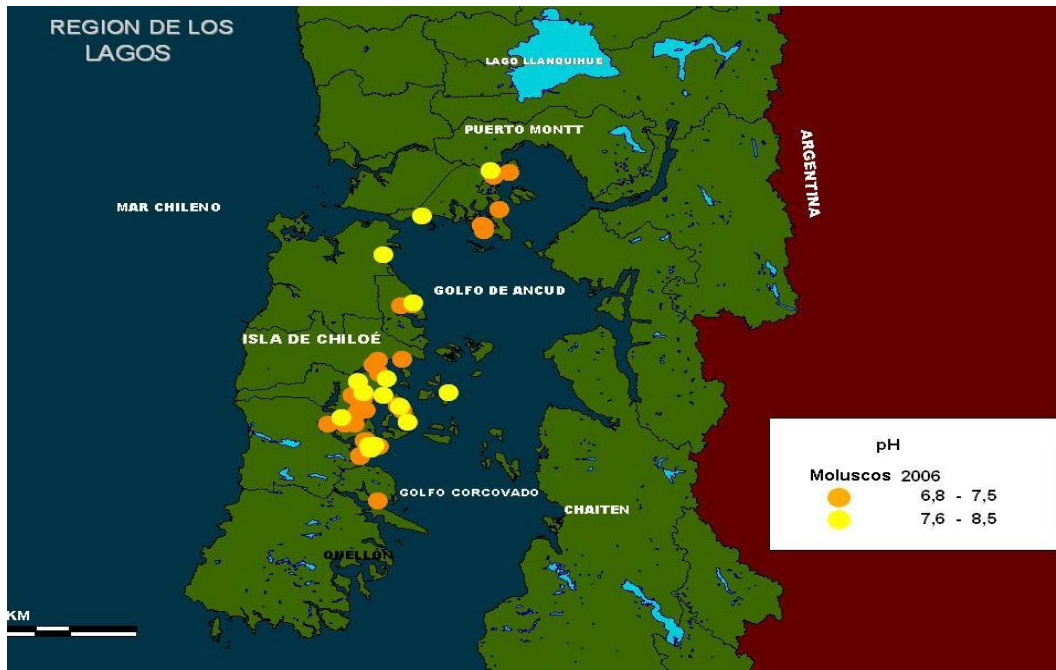


Figura 18b. Distribución espacial de pH en centros de cultivo de moluscos, año 2006.

Los centros de cultivo de moluscos que informaron valores de pH (Fig. 18a y 18b), se encuentran concentrados básicamente en dos grandes sectores: Castro y Calbuco. Esto debido a que sólo los centros categoría 3 deben entregar resultados de mediciones de esta variable. Durante el año 2005, se identificaron tres rangos de distribución de pH, destacando los sectores de Calbuco y Castro con bajos valores ubicados en el rango 5,5 – 6,7. En tanto, para el año 2006 se registraron sólo dos rangos de pH (sobre 6,8).

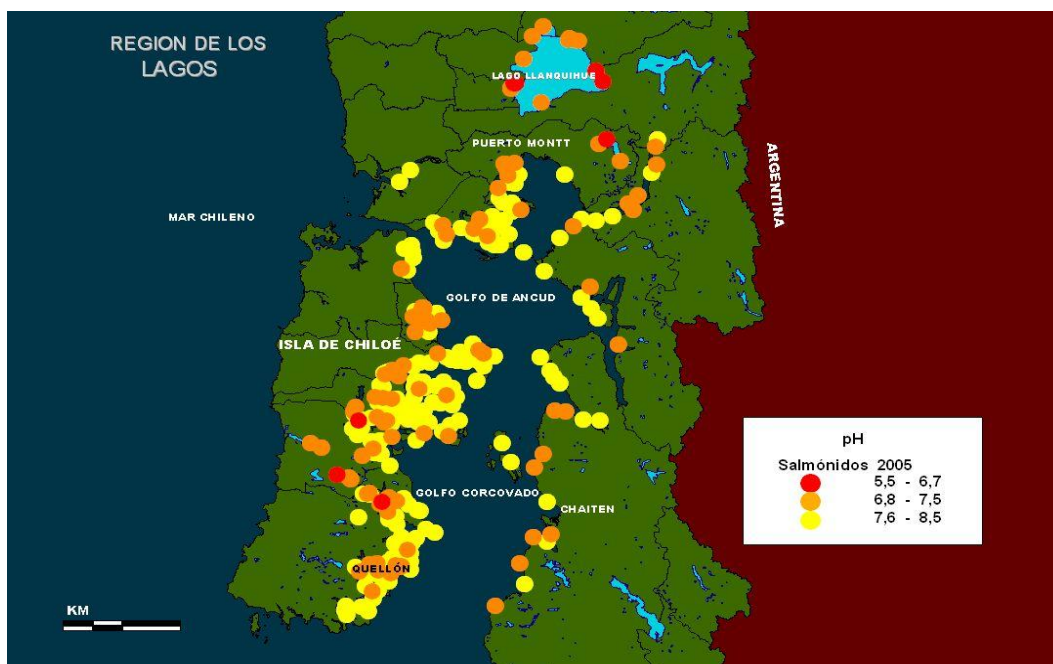


Figura 19a. Distribución espacial de pH en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

La distribución espacial de pH del grupo salmónidos muestra la misma tendencia descrita en el análisis general (Fig. 17a y 17b), donde se manifiesta un cambio entre los años 2005 y 2006, presentando este último un mayor número de centros con valores en el rango medio (Fig 19a y 19b).

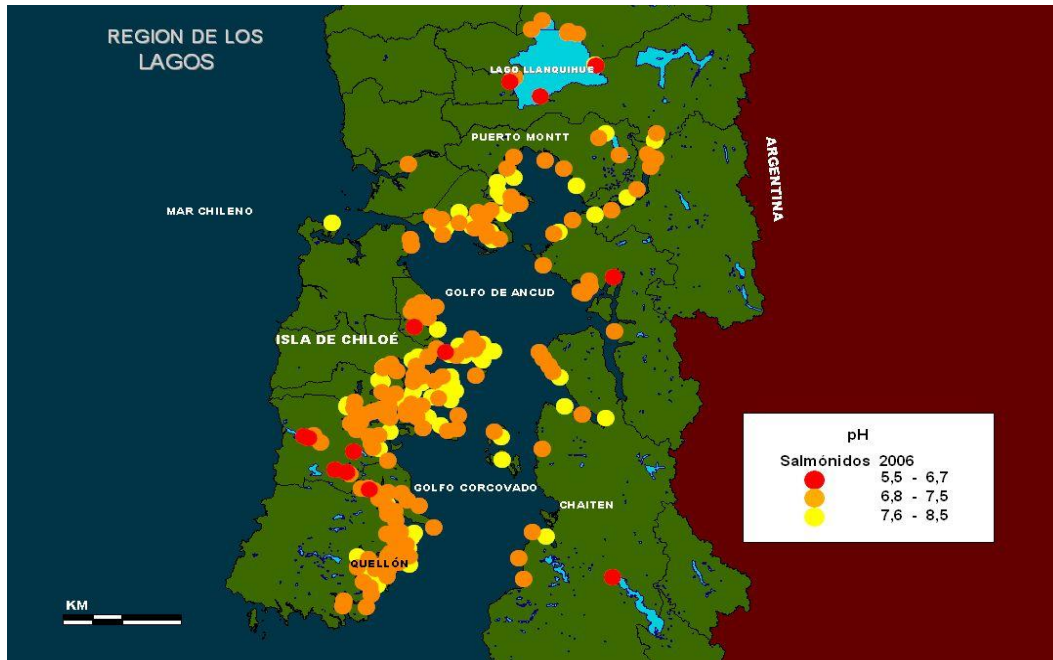


Figura 19b. Distribución espacial de pH en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

c) POTENCIAL DE OXIDO-REDUCCIÓN (REDOX)

Los valores de potencial REDOX mostrados en las figuras 20a y 20b, corresponden a los resultados entregados para los grupos moluscos y salmónidos en los informes ambientales de los años 2005 y 2006.

En este sentido, en términos generales, durante el 2005 se observa un mayor número de centros de cultivo con valores negativos de REDOX, principalmente en las zonas de Puerto Montt – Calbuco, cercanías de Quemchi, Queilen y Quellón. Por el contrario, durante el año 2006, de acuerdo a los resultados entregados por los titulares de los centros de cultivo, se observan en general valores ubicados en rangos positivos ($E_{h(NHE)} > 0$ mV). El Lago Llanquihue no presenta variaciones de un año a otro.

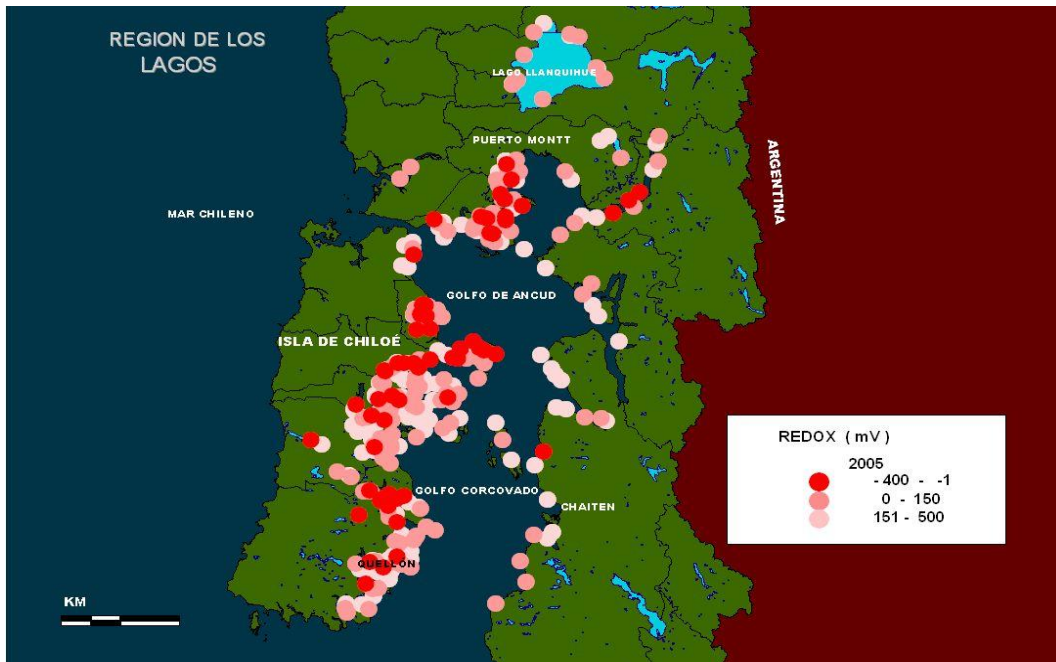


Figura 20a. Distribución espacial de REDOX, año 2005.



Figura 20b. Distribución espacial de REDOX, año 2006.

El potencial de oxido-reducción entregado para los centros de cultivo de moluscos, al igual que la distribución de pH, se encuentra concentrada espacialmente en los sectores de Castro y Calbuco para ambos años de análisis (Fig. 21a y 21b). Al igual que la tendencia general descrita anteriormente, durante el año 2006 se observa una disminución de los centros con valores negativos y un aumento en el número de centros ubicados en el rango medio ($E_{h(NHE)}$ 0 a 150 mV).

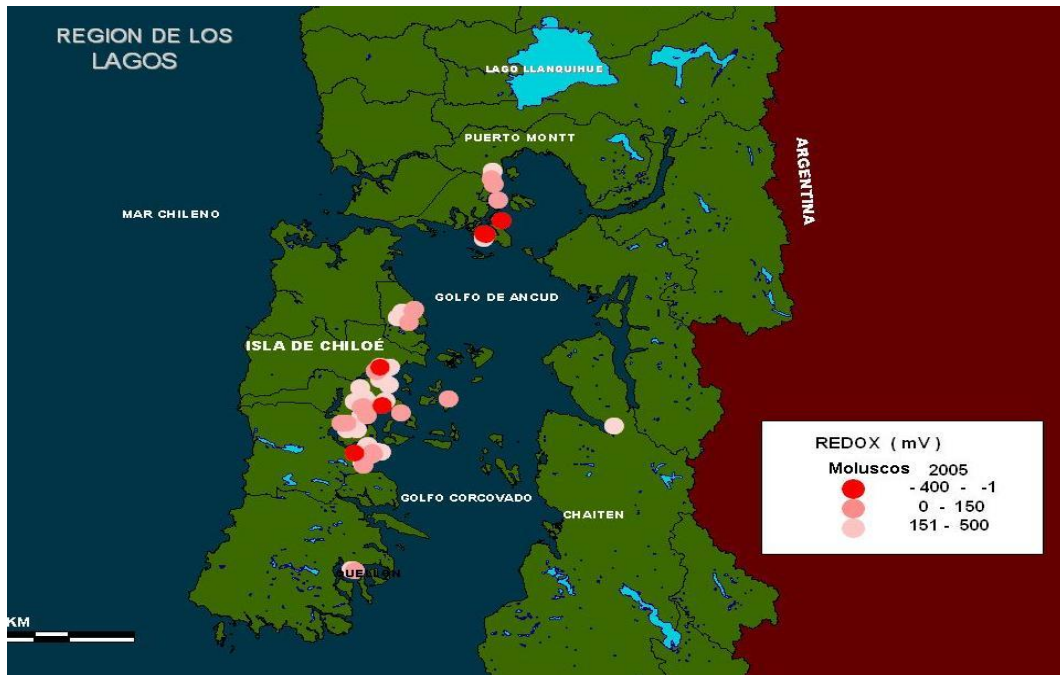


Figura 21a. Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de moluscos, año 2005.

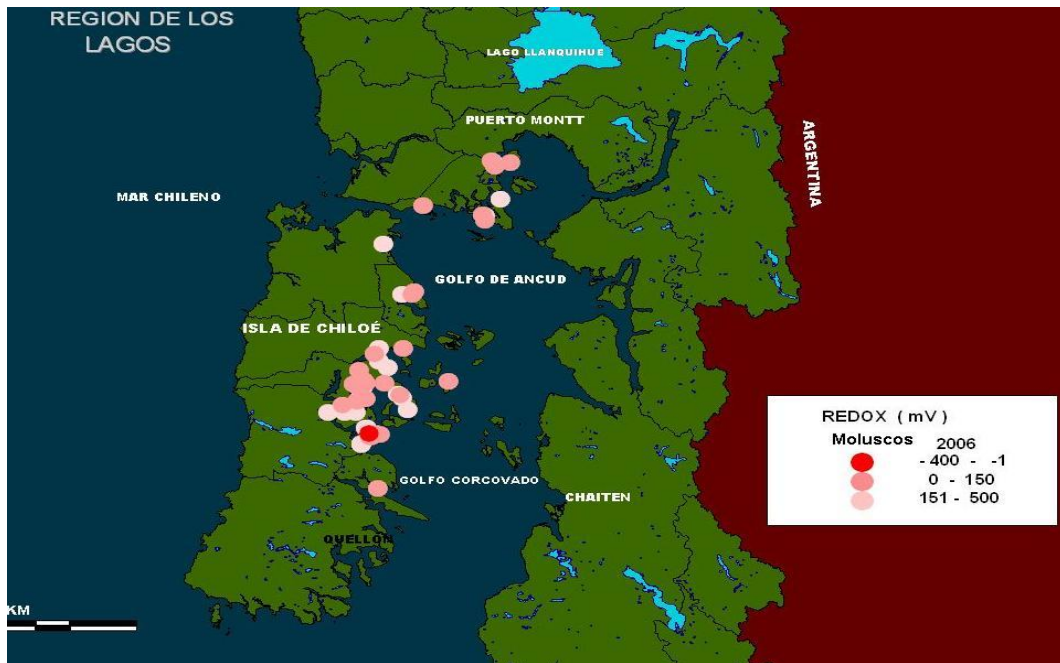


Figura 21b. Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de moluscos, año 2006.

Las figuras 22a y 22b, representan la distribución espacial de REDOX para el grupo salmónidos, en especial aquellos centros en categoría 3. El año 2005 presentó un alto número de centros de cultivo con valores negativos de REDOX concentrados principalmente en los sectores de Puerto Montt – Calbuco, Quemchi, Queilen y Quellón.

En cambio, durante el año 2006 se observa una modificación en la distribución espacial de esta variable, encontrándose centros con valores negativos de manera más aislada.

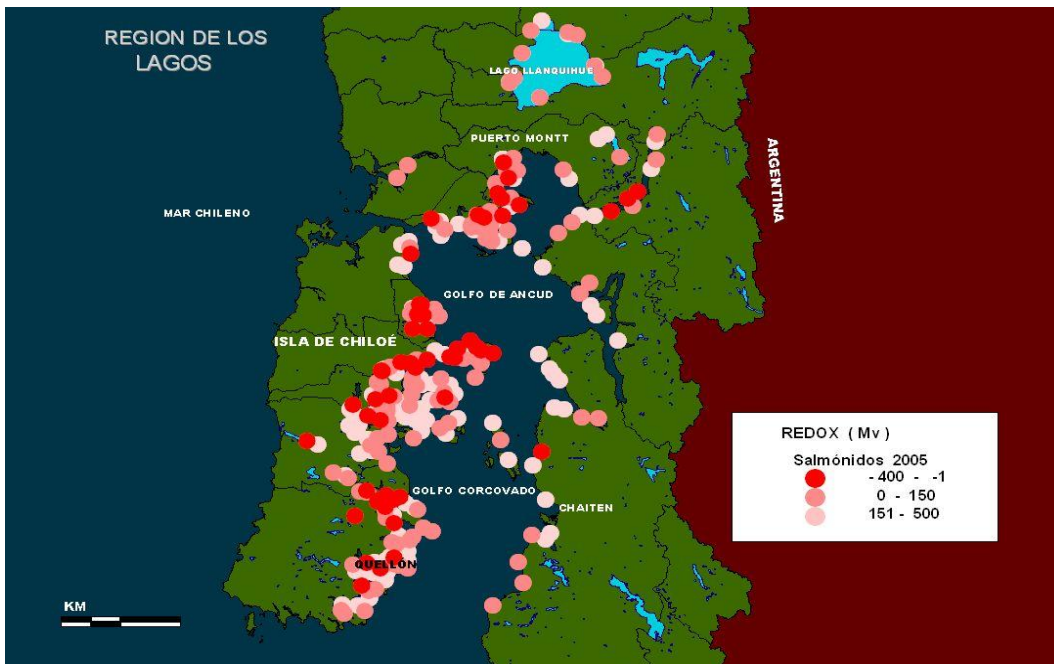


Figura 22a. Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

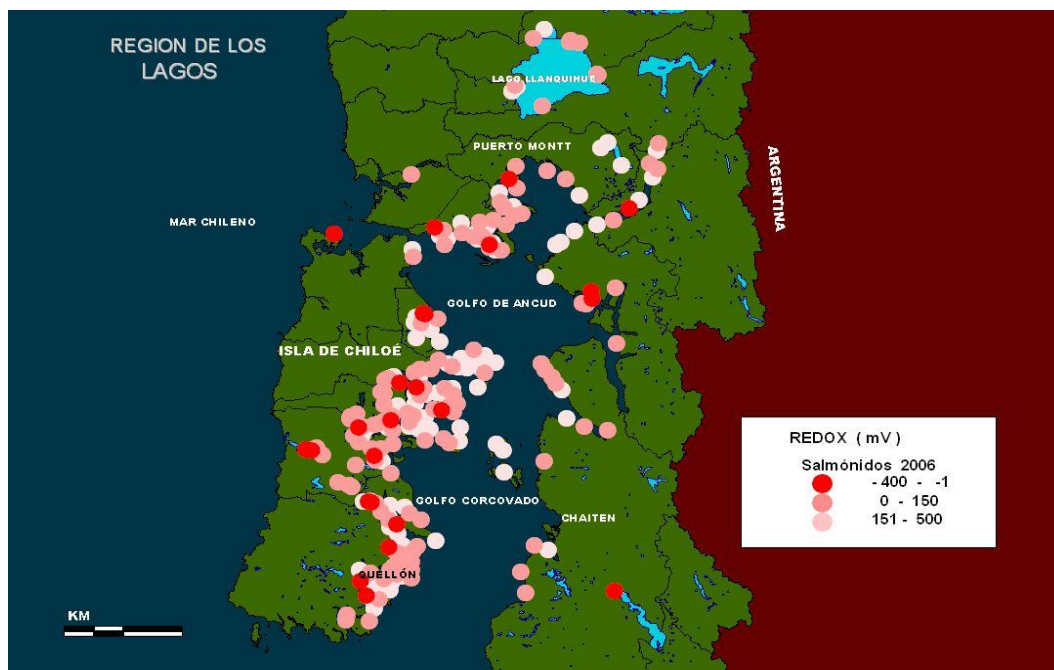


Figura 22b. Distribución espacial de REDOX en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

d) OXÍGENO DISUELTO

De acuerdo a lo establecido por la Resolución N° 404/2003, vigente para los años analizados sólo los centros de cultivo en categoría 3 y 5 debían presentar perfiles de oxígeno disuelto en la columna de agua.

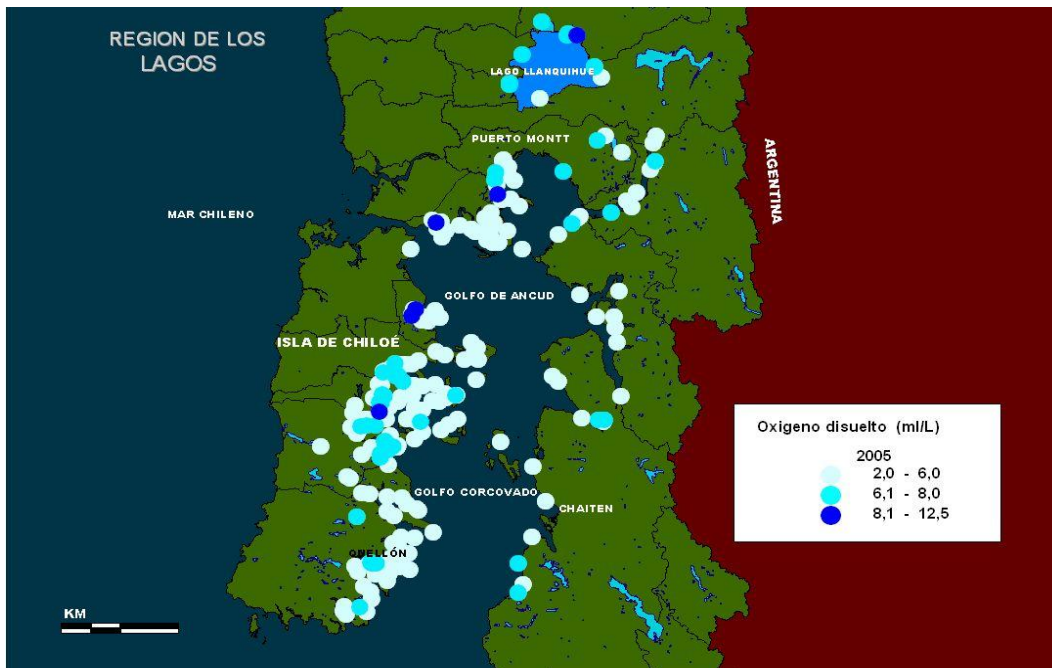


Figura 23a. Distribución espacial de oxígeno disuelto, año 2005.

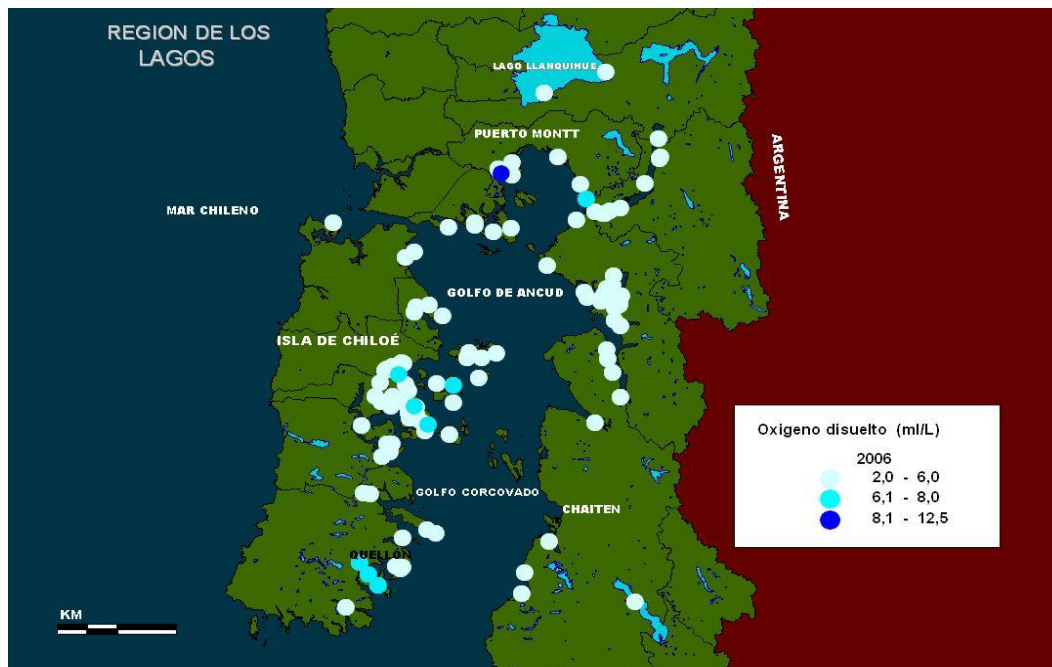


Figura 23b. Distribución espacial de oxígeno disuelto, año 2006.

Los resultados que se observan en las figuras 23a y 23b, corresponden a los valores entregados en los informes ambientales medidos a 1 metro del fondo.

En términos generales, durante el año 2005 (Fig. 23a) se observa que las menores concentraciones de oxígeno disuelto (rango 2,0 a 6,0 ml/L) se presentan en las cercanías del sector de Calbuco, Hualaihué, Queilen y Quellón. Los centros de cultivo ubicados en las cercanías del sector de Castro-Quinchao y Lago Llanquihue, presentaron concentraciones en el rango medio (6,1 a 8,0 ml/L). Durante el año 2006 (Fig. 23b), la mayoría de los centros de cultivo se ubicaron en el rango 2,0 – 6,0 ml/L, observándose además una disminución de los centros que realizaron perfiles de oxígeno disuelto.

Los centros de cultivo de moluscos que informaron resultados de oxígeno disuelto se encuentran concentrados básicamente en las cercanías de Castro para los dos años analizados. Durante el año 2005, predominaron las concentraciones de los rangos 2,0 – 6,0 ml/L y 6,1 - 8 ml/L. En este año además, informaron concentraciones de esta variable, los centros ubicados en Quellón y en las cercanías de Pto. Montt, a diferencia del año 2006, en que los centros de cultivo que informaron resultados se ubican en el sector de Castro, y dos centros en Reloncaví (Fig. 24a y 24b).

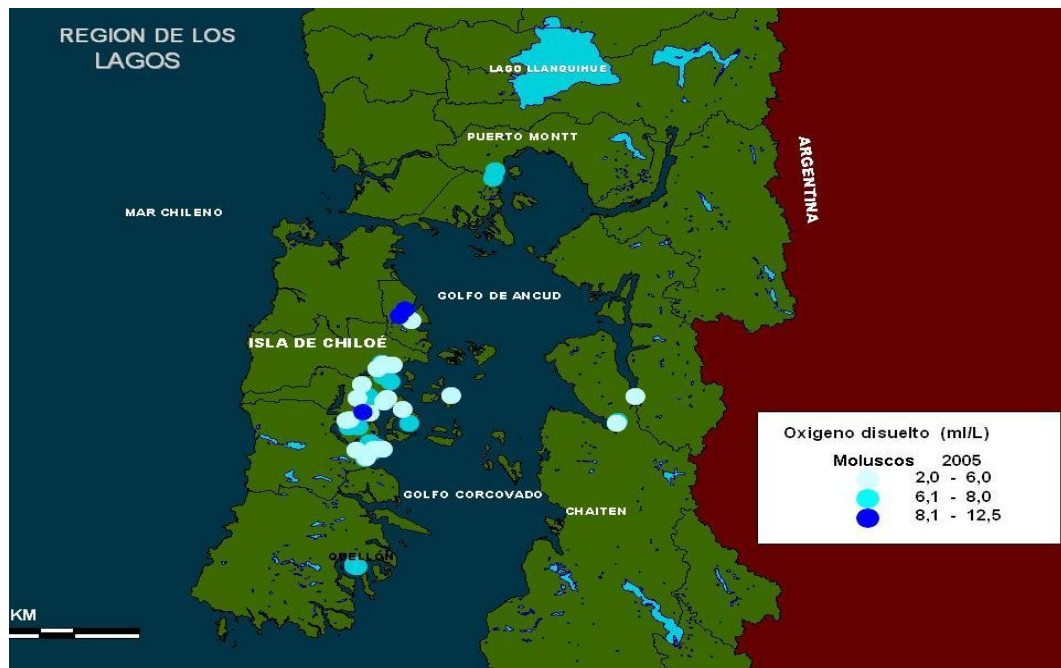


Figura 24a. Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de moluscos, año 2005.

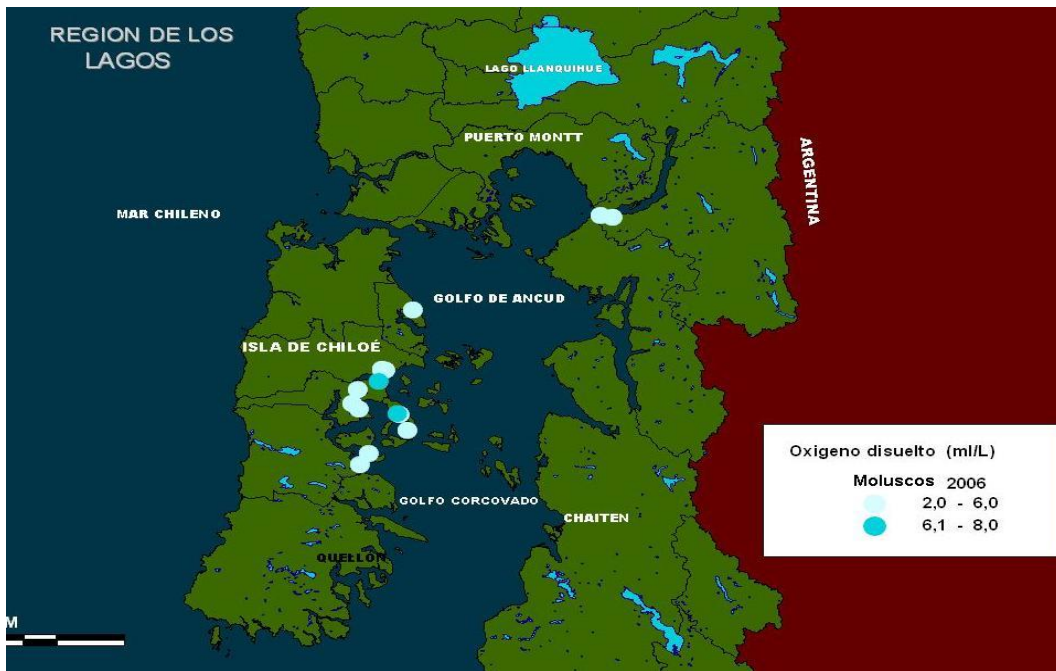


Figura 24b. Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de moluscos, año 2006.

La tendencia general de las concentraciones de oxígeno disuelto presentados por los centros de cultivo de salmónidos (Fig. 25a y 25b) se encuentra en el rango 2 - 6 ml/L, principalmente en los sectores de Calbuco, Castro-Quinchao, Hualaihué y Quellón. Los sectores de Lago Llanquihue y Reloncaví registraron valores en el rango 6,1 - 8,0 ml/L. Esta tendencia se manifiesta también durante el año 2006, pero con una marcada disminución de centros de cultivo que informaron resultados de esta variable.

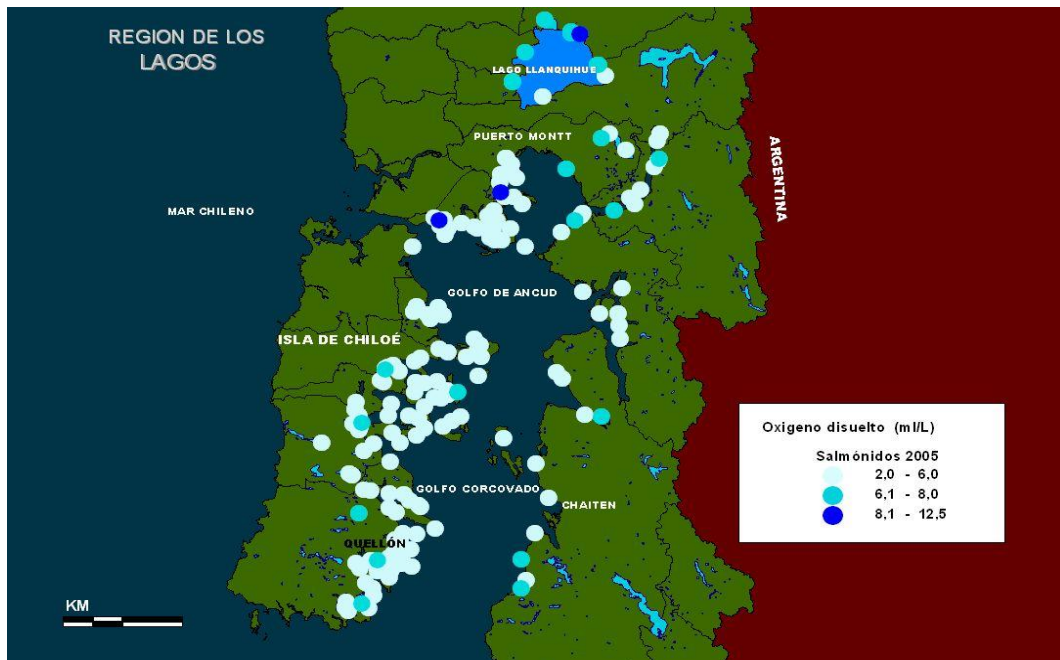


Figura 25a. Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

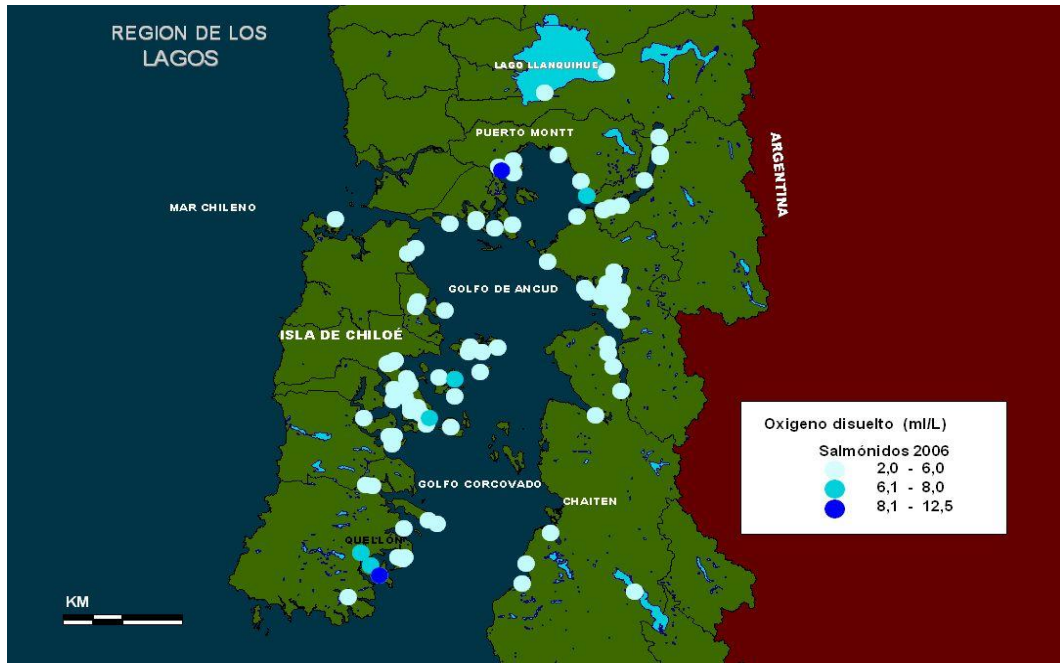


Figura 25b. Distribución espacial de oxígeno disuelto en centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

4.2.2 REGIÓN DE AISÉN

El análisis de las variables ambientales en la Región de Aisén, sólo se realizará para los centros de cultivo de salmónidos, ya que el cultivo de moluscos es incipiente.

4.2.2.1 PRODUCCIÓN

Al comparar los niveles productivos de los años 2005 y 2006 (Fig. 26a y 26b), se observa un rango más amplio en el año 2005, que supera las 10.000 Ton en el sector de la cabecera del Fiordo Aisén y en el sector norte de Los Chonos. En el año 2006 sólo el sector de Cupquelán presenta un aumento, respecto del año 2005, en el rango de 1.001 - 5.000 Ton.

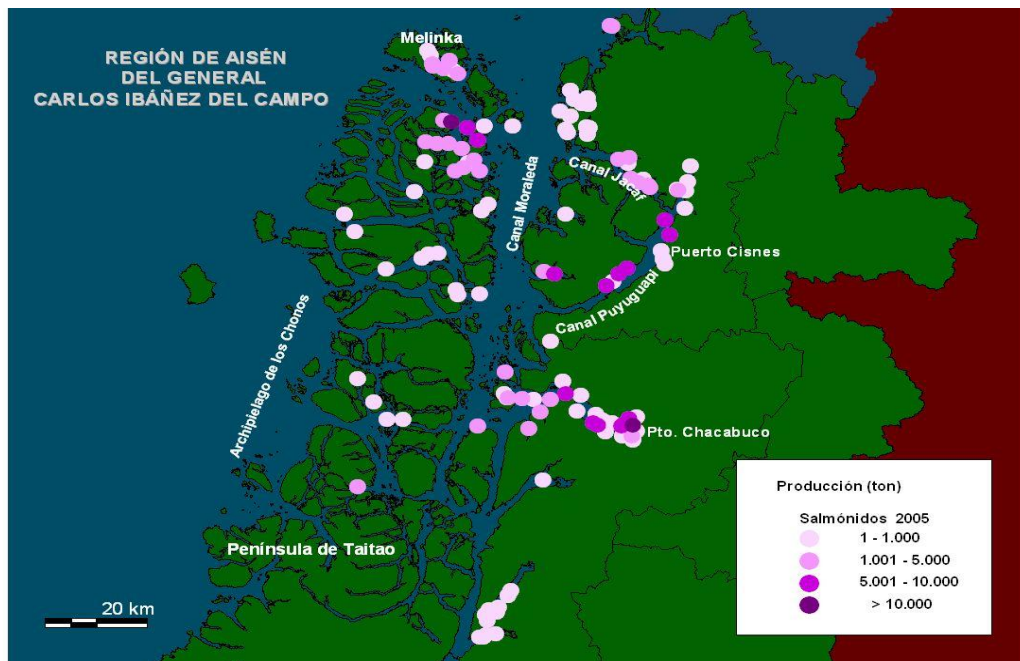


Figura 26a. Distribución espacial de producción anual centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

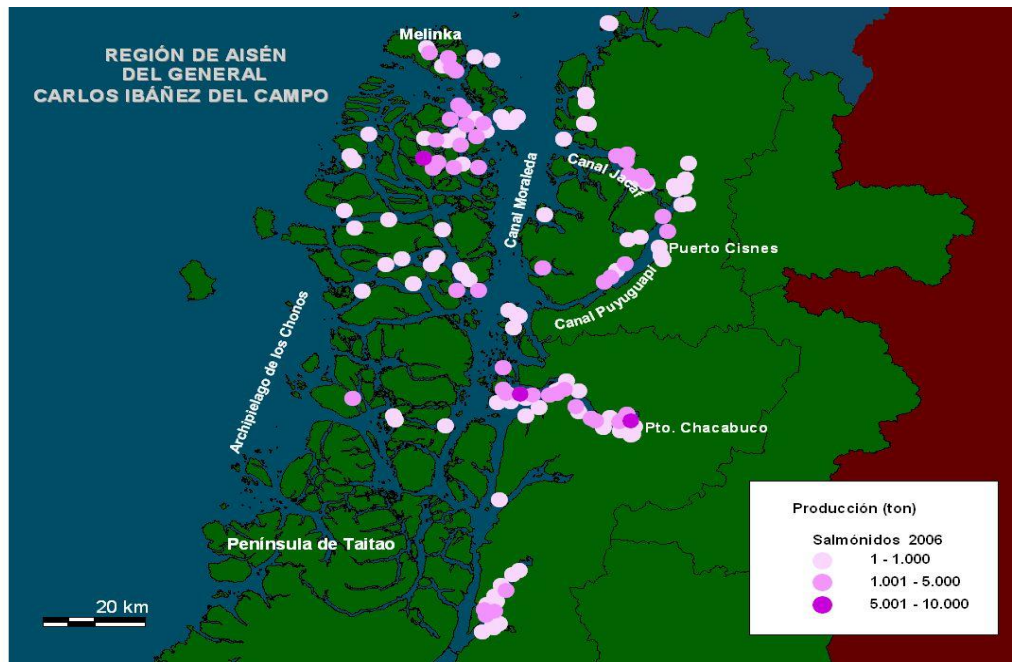


Figura 26b. Distribución espacial de producción anual centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

4.2.2.2 VARIABLES AMBIENTALES REGIÓN DE AISÉN

a) MATERIA ORGANICA

La distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en la Región de Aisén, para el año 2005 (Fig. 27a), muestra que los mayores valores registrados corresponden a centros ubicados en las cercanías de Puerto Chacabuco. En tanto, los valores ubicados en el rango 0,1 - 3,0 % se distribuyen en general en los sectores de Islas Guaitecas (Melinka) y archipiélago de Los Chonos. Durante el año 2006 (Fig. 27b), destaca el aumento en el porcentaje de materia orgánica de un centro en el sector de Puerto Cisnes.

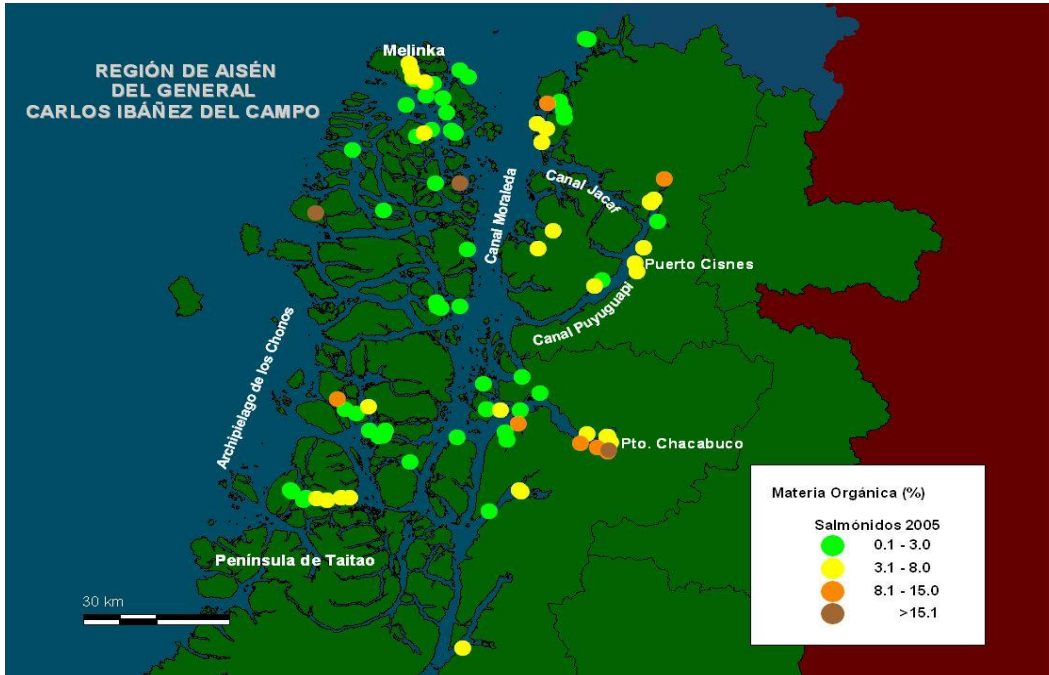


Figura 27a. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

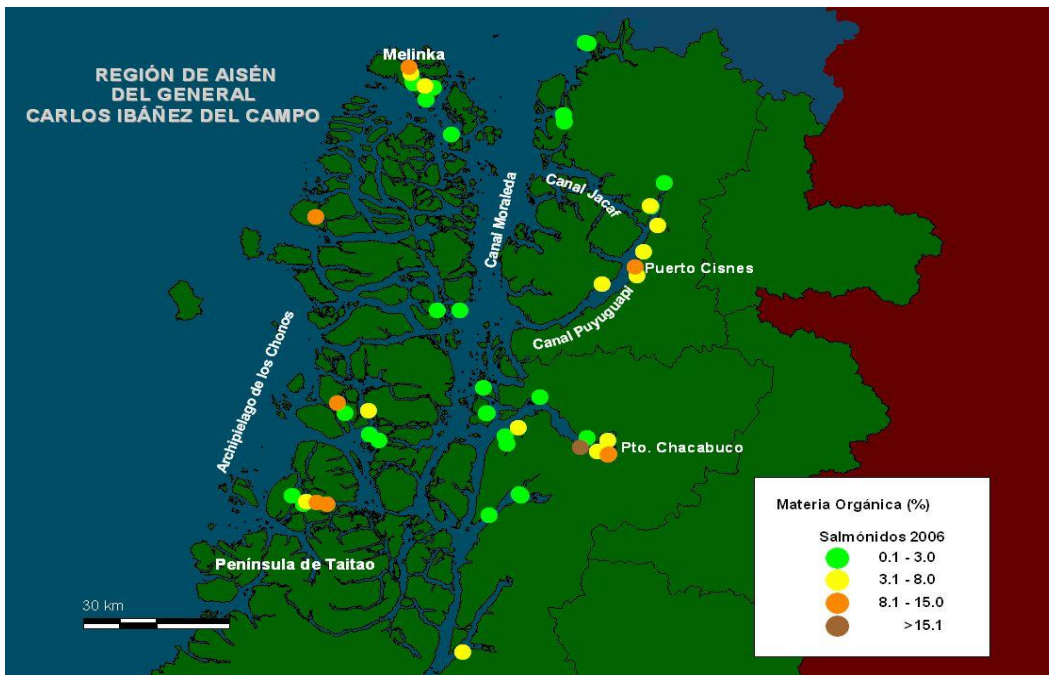


Figura 27b. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

b) pH

Los valores de pH, presentaron durante el año 2005 rangos de distribución de 6,8 - 8,5, en cambio, durante el año 2006 se observa un mayor predominio de valores en el rango 6,8 - 7,5, especialmente en el sector de la cabecera del Fiordo Aisén (Puerto Chacabuco), Puerto Cisnes y en el sector de Quitrálco. (Fig. 28a y 28b).

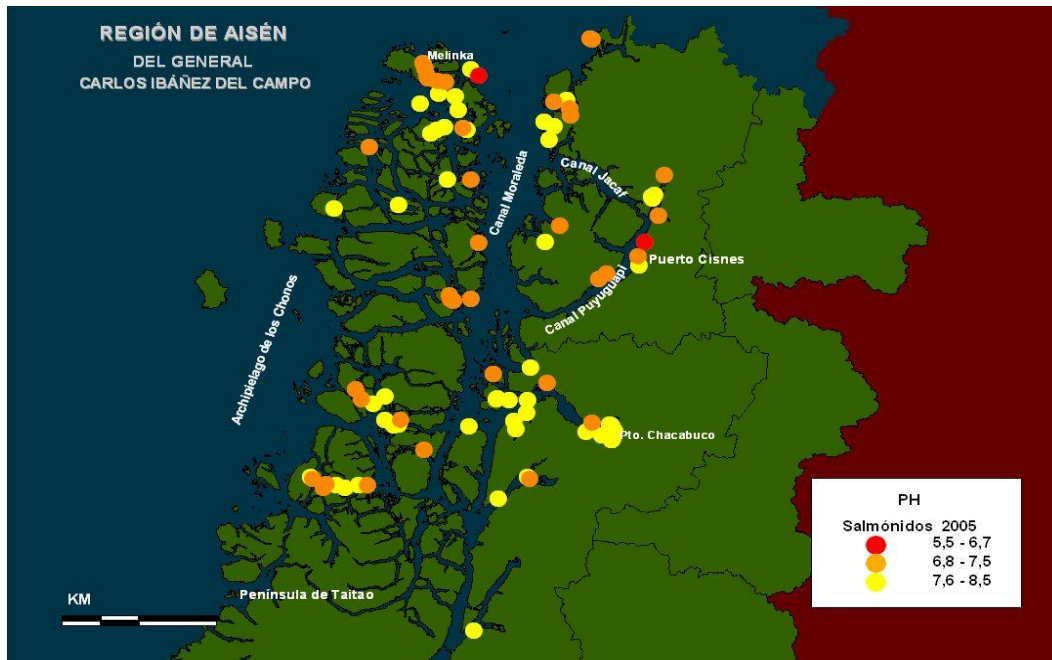


Figura 28a. Distribución espacial de pH para centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

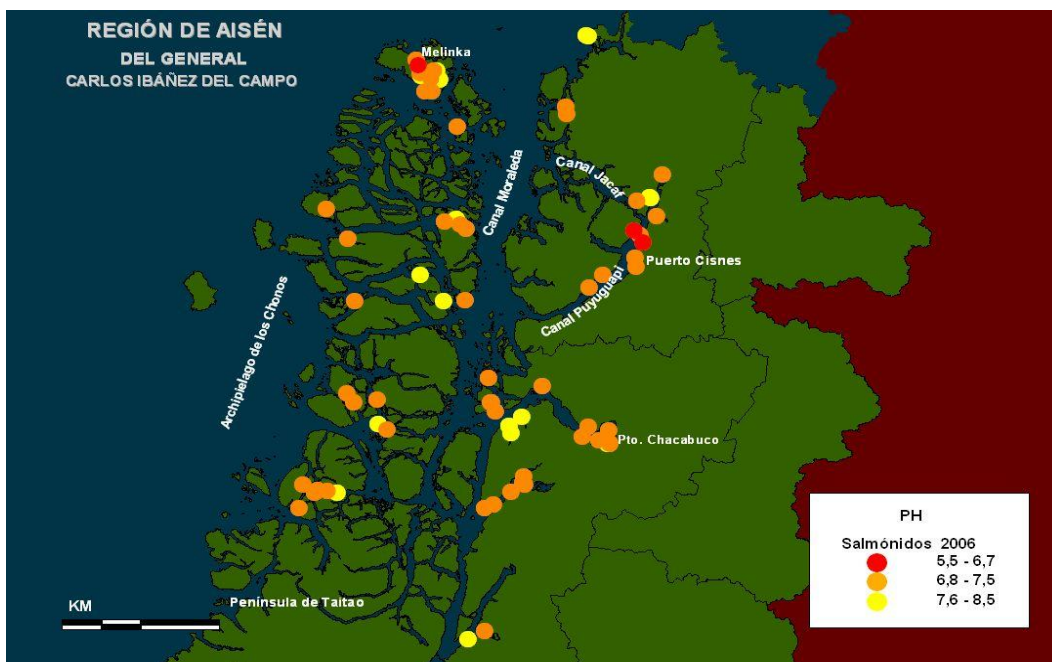


Figura 28b. Distribución espacial de pH para centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

c) POTENCIAL DE OXIDO-REDUCCIÓN (REDOX)

En el año 2005, fue mayor el número de centros de cultivo de salmónidos que entregaron información de esta variable, respecto del año 2006. Durante el año 2005 (Fig. 29a), los valores bajo cero se concentraron en la zona sur del archipiélago de Los Chonos, Fiordo Aisén, Puyuhuapi, Seno Ventisquero e Islas Guaitecas. Para el año 2006 (Fig. 29b) se mantuvo esta condición para los centros ubicados en el Archipiélago de Los Chonos, en cambio se observa una disminución en el número de centros con valores bajo cero, en los sectores de Fiordo Aisén y Puyuhuapi.

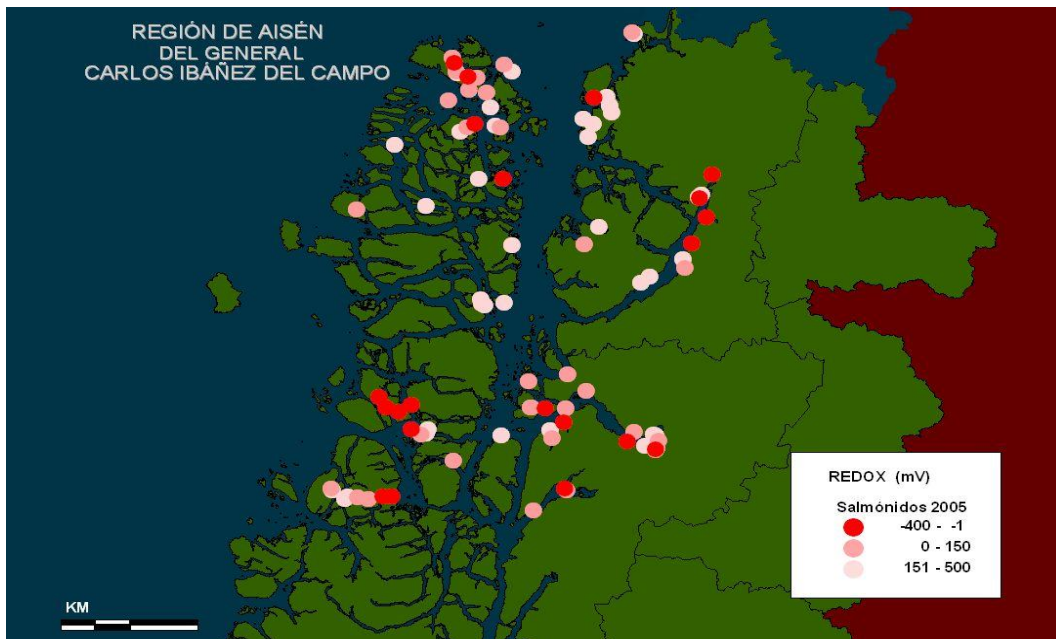


Figura 29a. Distribución espacial de REDOX para centros de cultivo de salmónidos, año 2005.



Figura 29b. Distribución espacial de REDOX para centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

d) OXÍGENO DISUELTO

Los registros de oxígeno disuelto (Fig. 30a y 30b), corresponden a las concentraciones a 1 metro del fondo en centro de cultivo categorías 3 y 5, de acuerdo a la resolución N° 404/2003 vigente para el periodo analizado. Los rangos de distribución de esta variable, en general fueron más bien bajos (2,0-6,0 ml/L) en casi todos los sectores de la región. Para el año 2006, se observa una disminución general de los centros que informaron esta variable, a excepción de los centros de cultivo del sector de Cupquelán donde aumentó.

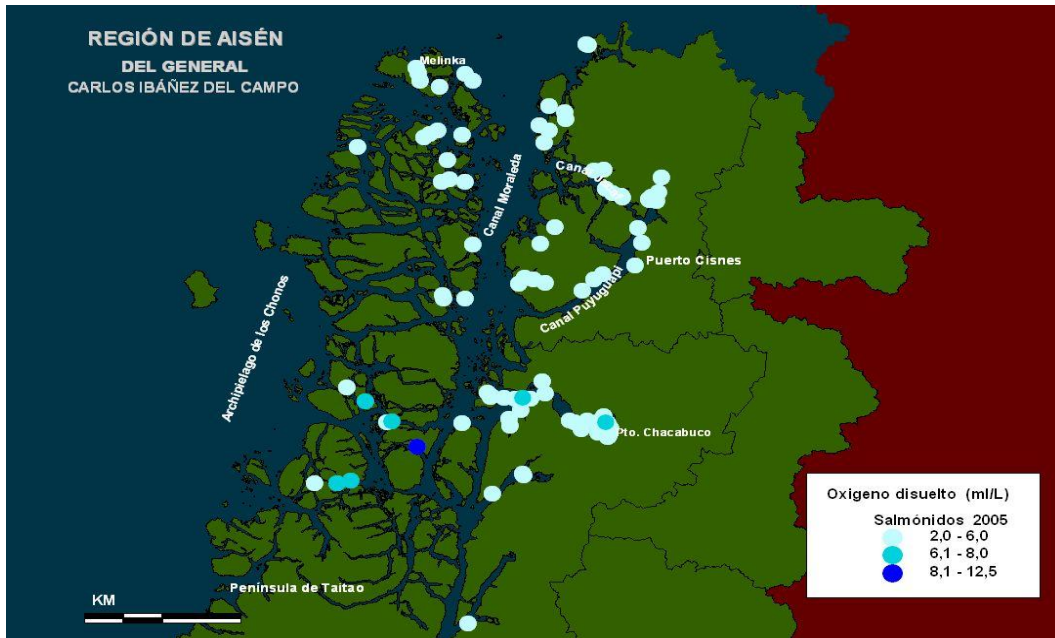


Figura 30a. Distribución espacial de oxígeno disuelto para centros de cultivo de salmónidos, año 2005.

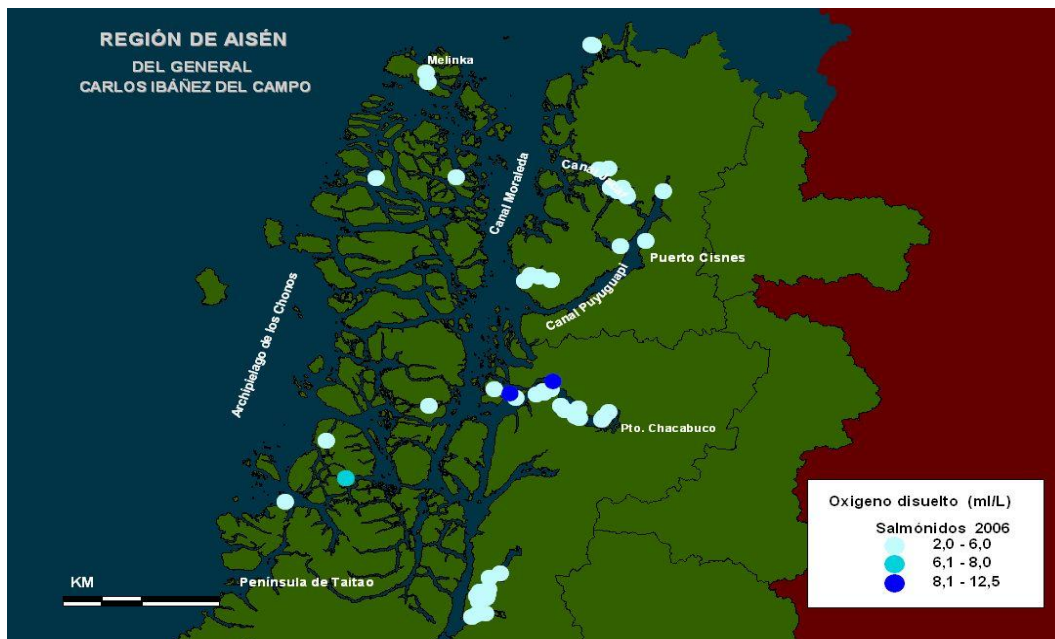


Figura 30b. Distribución espacial de oxígeno disuelto para centros de cultivo de salmónidos, año 2006.

4.2.3. REGIÓN DE COQUIMBO

PRODUCCIÓN

En la región de Coquimbo, los niveles productivos de los años 2005 y 2006 (Fig. 31a y 31b) fueron bastante similares, con un rango de 1,01 a mayor que 100 toneladas en el caso de los moluscos, concentrados en bahía Tongoy y Guanaqueros (además de Chungungo en el 2005) y, con registros de 10,01 a más de 100 toneladas en el caso de las algas, concentradas principalmente en Bahía Coquimbo.

(Nota: puede existir sobreposición de puntos)

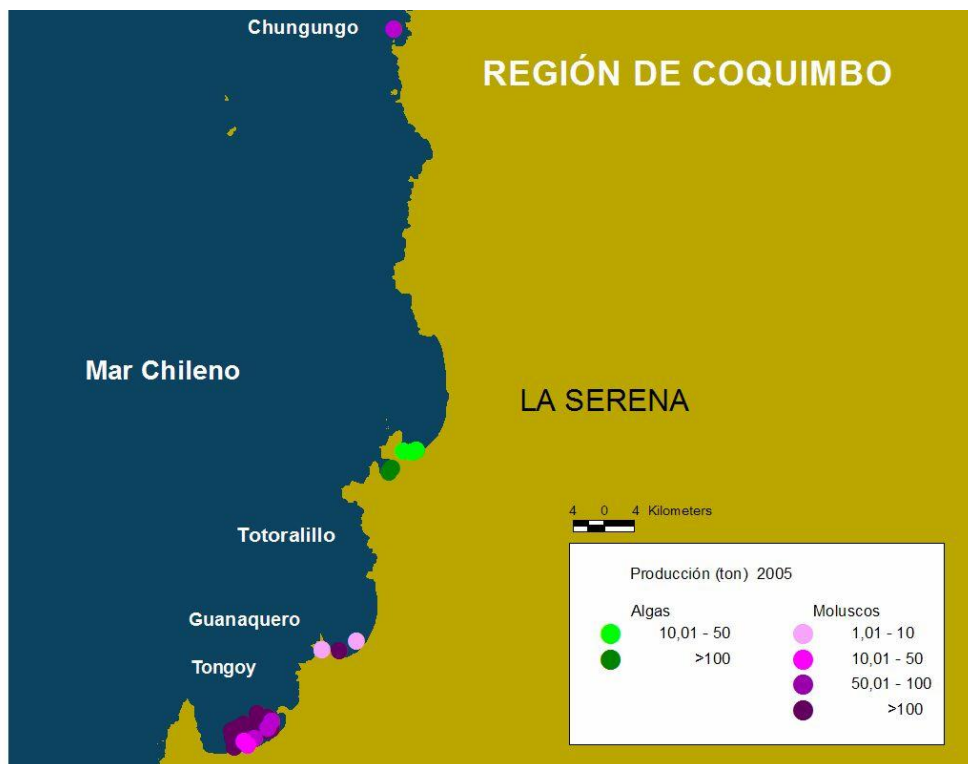


Figura 31a. Distribución espacial de producción anual para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2005.

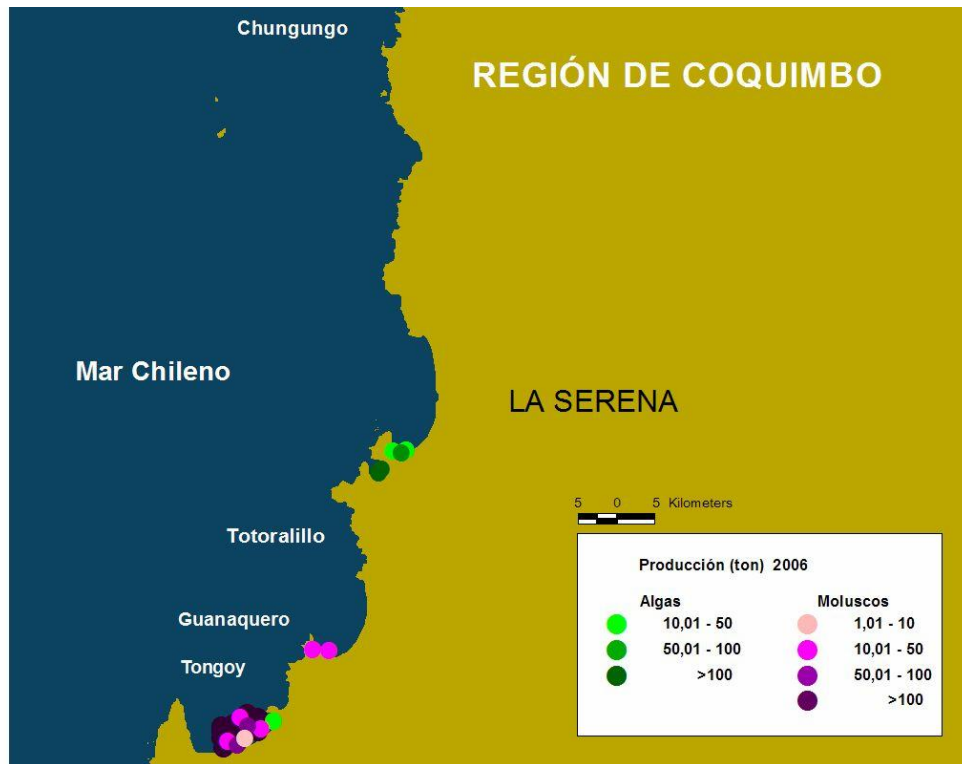


Figura 31b. Distribución espacial de producción anual, para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.

4.2.3.2. VARIABLES AMBIENTALES REGIÓN DE COQUIMBO

a) MATERIA ORGANICA

Las figuras 32a y 32b, representan los porcentajes de materia orgánica de la Región de Coquimbo, correspondiente a la información entregada en los informes ambientales de los años 2005 y 2006, para centros de cultivo de moluscos ubicados entre Guanaqueros y Tongoy y de algas en los sectores de Coquimbo y Chungungo.

La distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en esta región, registró valores bajos (en el rango de 0,1 – 3,0%) para los años 2005 y 2006, con sólo dos valores en el rango medio (3,1 – 8,0%) en el sector de Tongoy para el año 2006 y que corresponden a centros de cultivo de moluscos. Por tanto, los centros de cultivo de algas, presentaron en ambos años valores bajos de esta variable.



Figura 32a. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica, para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2005.



Figura 32b. Distribución espacial de porcentajes de materia orgánica, para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.

4.2.4. REGIÓN DE ATACAMA

4.2.4.1. PRODUCCIÓN

Los centros de mayor producción en la región de Atacama, se ubican en el sector de bahía Inglesa y Caldera, registrando para el año 2005 valores máximos en el rango de 10 – 50 toneladas en el caso de los centros de cultivo de algas y mayor a 100 toneladas en los centros de cultivo de moluscos (fig.33a). Durante el año 2006 (fig. 33b), se observa un aumento en los rangos de producción en centros de cultivo de algas ubicados en el sector de Caldera (con más de 100 toneladas).

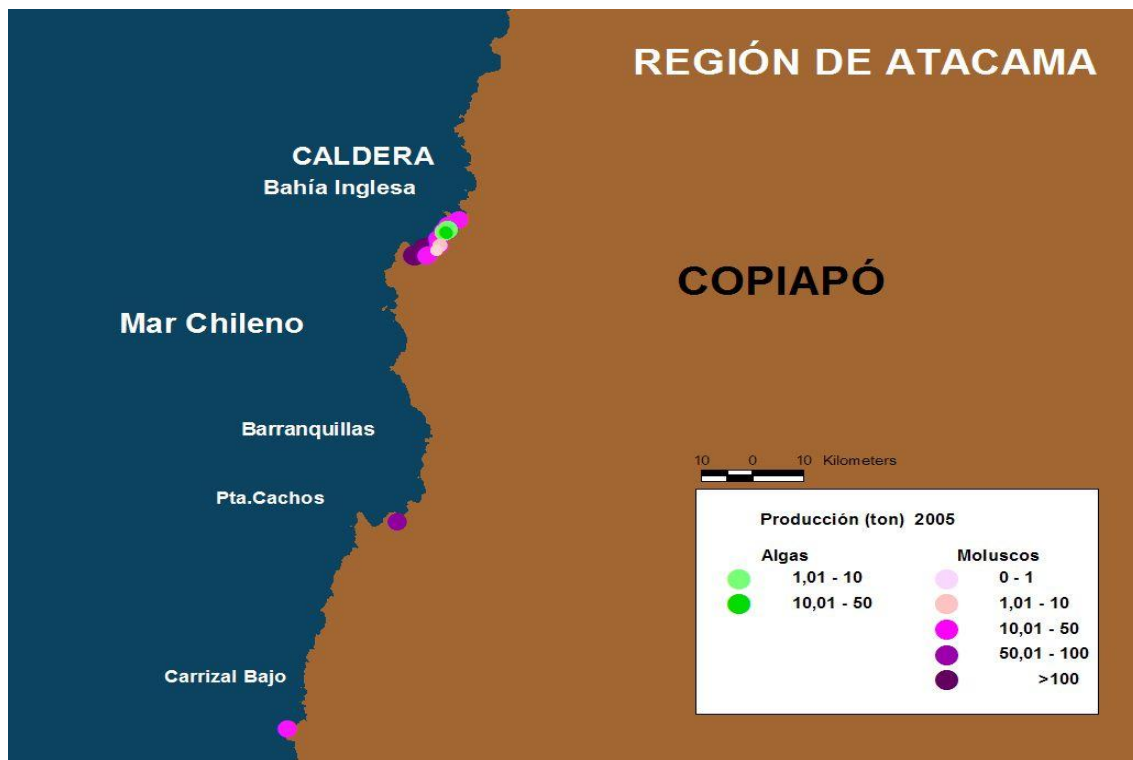


Figura 33a. Distribución espacial de producción anual para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2005.

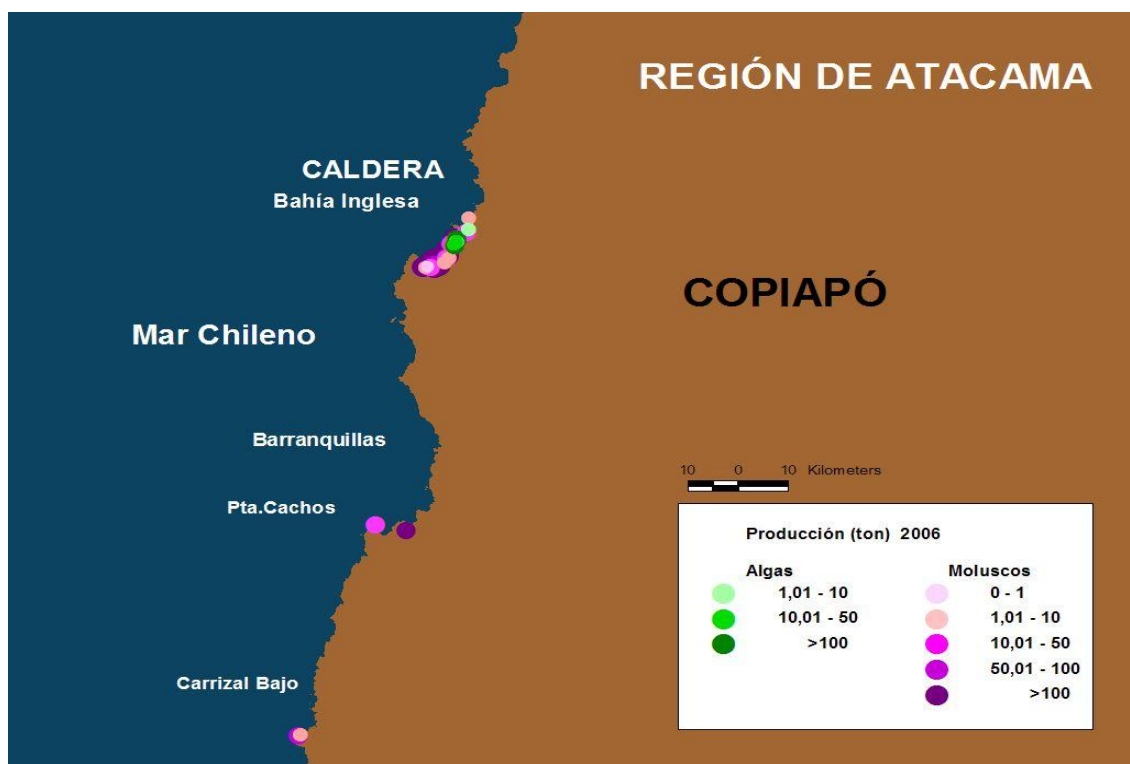


Figura 33b. Distribución espacial de producción anual para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.

4.2.4.2. VARIABLES AMBIENTALES REGIÓN DE ATACAMA

a) MATERIA ORGANICA

Los valores de los porcentajes de materia orgánica para la Región de Atacama, se obtuvieron de la información ambiental entregada en los años 2005 y 2006, para los centros de cultivo de moluscos y algas.

Los registros para la región, en los años 2005 y 2006, fueron bastante similares, encontrándose valores bajos en el rango de 0,1 – 3,0% (fig. 34a y 34b). En el año 2006, se observa un sólo caso que presentó valores en el rango medio (3,1 – 8,0%), correspondiente a un centro de cultivo de algas ubicado en el sector de Caldera. Por tanto, los centros de cultivo de moluscos presentaron en ambos años, valores bajos de porcentajes de materia orgánica.



Figura 34a. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2005.



Figura 34b. Distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica para centros de cultivo de algas y moluscos, año 2006.

4.2.5. DISTRIBUCION ESPACIAL CENTROS DE CULTIVO CON SEDIMENTOS AEROBICOS Y ANAEROBICOS

a) REGIÓN DE LOS LAGOS

La distribución espacial para el año 2005 (Fig. 35a), corresponde a 29 centros anaeróbicos y 801 centros de cultivo aeróbicos. Durante el año 2006, se observaron 25 centros anaeróbicos y 861 centros aeróbicos (Fig. 35b).

(Nota: puede existir sobreposición de puntos)

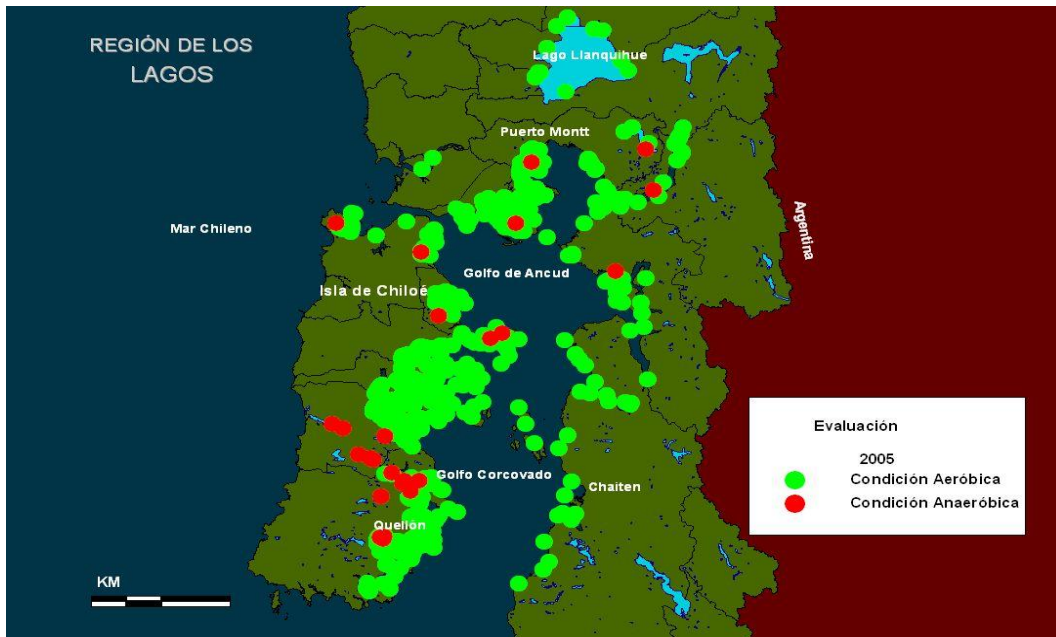


Figura 35a. Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Los Lagos, año 2005.

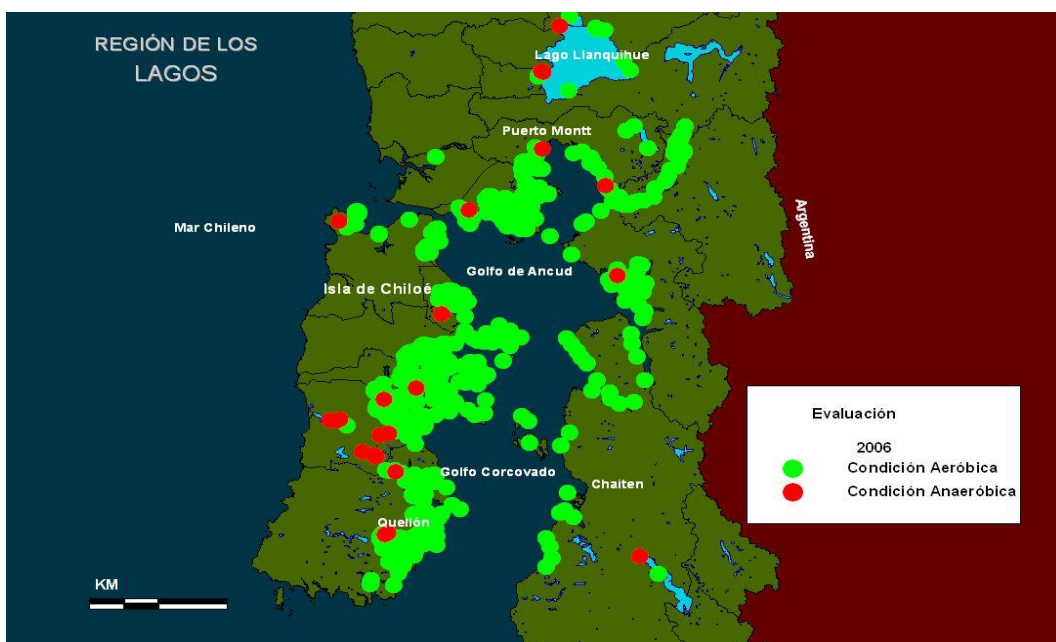


Figura 35b. Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Los Lagos, año 2006.

b) REGIÓN DE AISÉN

Durante el año 2005, en la región de Aisén se observaron 16 centros evaluados en condición anaeróbica y 144 centros aeróbicos. Para el año 2006, se observaron 7 centros en condición anaeróbica y 130 en condición aeróbica (Fig. 36a y 36b).

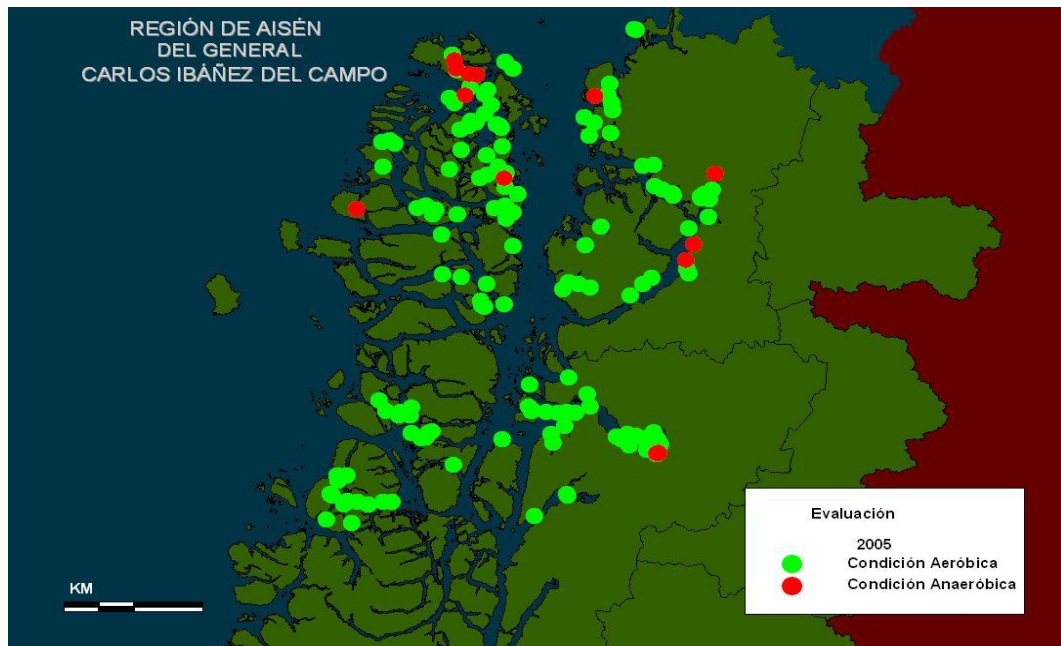


Figura 36a. Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Aisén, año 2005.

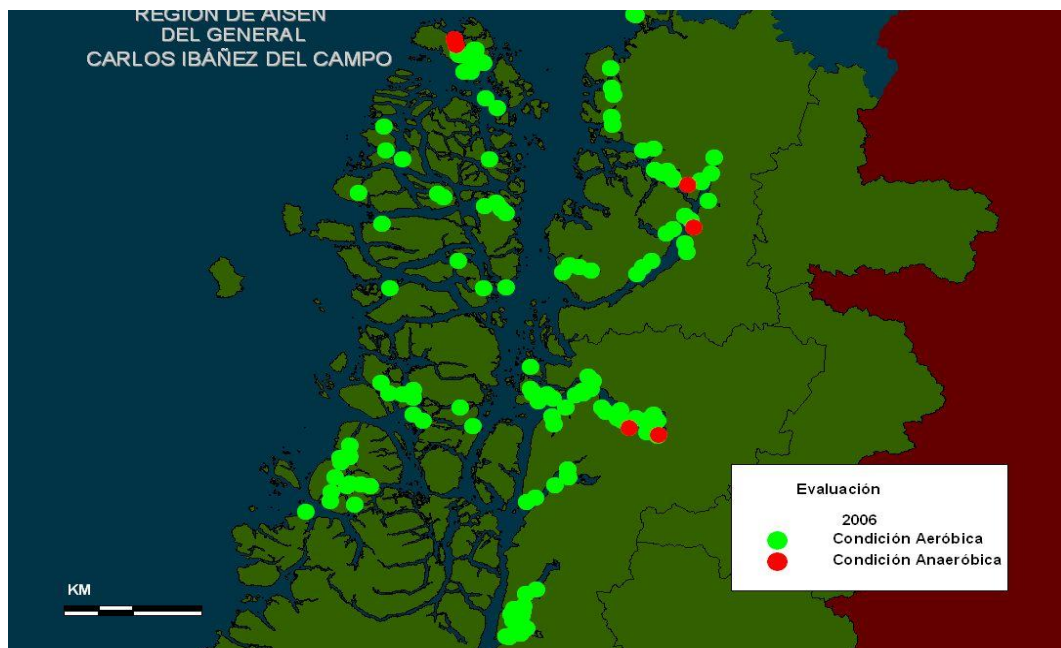


Figura 36b. Distribución espacial de centros aeróbicos y anaeróbicos región de Aisén, año 2006.

c) REGIÓN DE COQUIMBO

La evaluación ambiental de la región de Coquimbo, indicó que casi la totalidad de los centros de cultivo evaluados (46 centros el 2005 y 49 centros el 2006) presentaron condiciones aeróbicas, para los años 2005 y 2006 (fig. 37a y 37b). La excepción fue un centro ubicado en bahía de Coquimbo, que presentó en el año 2005 un valor promedio de materia orgánica sobre el rango de aceptabilidad, clasificándose como anaeróbico.

(Nota: puede existir sobreposición de puntos)



Figura 37a. Distribución espacial de los centros aeróbicos, región de Coquimbo, año 2005.



Figura 37b. Distribución espacial de los centros aeróbicos, región de Coquimbo, año 2006.

d) REGIÓN DE ATACAMA

La región de Atacama presentó condiciones aeróbicas en todos los centros de cultivo evaluados, esto es 37 centros el año 2005 y 42 centros el año 2006 (fig. 38a y 38b).

(Nota: puede existir sobreposición de puntos)



Figura 38a. Distribución espacial de los centros aeróbicos, región de Atacama, año 2005.



Figura 38b. Distribución espacial de los centros aeróbicos, región de Atacama, año 2006.

4.3. Vigilancia ambiental del Servicio Nacional de Pesca

El Servicio Nacional de Pesca, a través del Departamento de Administración Pesquera, implementa anualmente un Programa de Vigilancia Ambiental de centros de cultivo a nivel nacional. En el norte del país, en la zona geográfica comprendida entre las regiones III y IV, se enfoca a centros cuyo principal recurso objetivo de cultivo es el ostión del norte cultivado fundamentalmente en Bahía Inglesa y Bahía Tongoy. En la zona geográfica comprendida entre las regiones VIII y IX, el principal foco de Vigilancia Ambiental está orientado a pisciculturas productoras de alevines de salmón. Finalmente, en el extremo sur, entre las regiones X y XII, donde se concentra la actividad productiva acuícola del país, se desarrolla mayoritariamente a centros de cultivo en mar de salmones y mitílicos.

Por otra parte, el Servicio realiza la recepción, revisión y tramitación de los Informes Ambientales (INFAs), de acuerdo con los plazos y contenidos exigidos en la Resolución acompañante del RAMA N° 404/2003 (periodo 2005-2006), para ser posteriormente enviados a Subsecretaría de Pesca.

En el Programa de Vigilancia Ambiental, basado en el cumplimiento de las disposiciones generales del RAMA, el Servicio Nacional de Pesca verifica:

- ✓ Que los centros de cultivo operen de acuerdo a las disposiciones establecidas en el artículo 4º, relativo a limpieza del área y terrenos aledaños; manejo de desechos o residuos sólidos o líquidos, manejo de mortalidades; retiro de todo tipo de soportes no degradables o de degradación lenta al término de su vida útil o a la cesación de las actividades del centro.
- ✓ Que las acciones declaradas por el titular para contingencias ambientales, escapes de salmones, pérdidas accidentales de alimento, ataques de lobos estén establecidas, disponibles y en conocimiento del personal del centro de cultivo.
- ✓ Que los centros de cultivo operen de acuerdo a las disposiciones establecidas en el Reglamento Ambiental con relación a la limpieza de los artes de cultivo (estanques, linternas, cuelgas, flotadores, etc.) y los lavados de redes con y sin anti-incrustantes sean realizados en instalaciones que traten sus efluentes de acuerdo con las normas de emisión establecidas; la disposición de los residuos sólidos y líquidos, incluidos los compuestos sanguíneos, lodos y los ejemplares muertos sea realizado en depósitos y condiciones que no resulten perjudiciales para el entorno y la mantención de la limpieza del área y terrenos aledaños al centro de cultivo de todo residuo sólido. Se verifica además que en ningún caso se viertan residuos sólidos o desperdicios al agua, al fondo marino o lacustre, ni a terrenos circundantes.

- ✓ Que el centro realice su operación productiva en la posición geográfica autorizada, a fin de verificar la correspondencia entre el área de influencia directa detectada en terreno y la declarada en la INFA anual.

Durante el año 2005, se llevaron a cabo 548 inspecciones ambientales para el control in-situ de las buenas prácticas en los centros de cultivo, sus niveles de existencia en cultivo, desarrollo del proyecto técnico y posición geográfica y profundidad, mediante la aplicación de una “Ficha de Inspección”. Por otra parte, se realizó también la extracción de muestras de sedimento para la medición de pH-redox, en los centros de cultivo categoría 3.

Aquellos centros de cultivo, que incurrieron en incumplimientos de las disposiciones del reglamento, detectados tanto en gabinete como en terreno, fueron citados a tribunales. (Tabla 8)

Entre otras acciones de gabinete, el Servicio realiza el seguimiento y verificación de los niveles de producción autorizados para verificar el cumplimiento del Proyecto Técnico de aquellos centros de cultivo de salmónidos, localizados en mar, que se hayan sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y cuenten con Resolución de Calificación Ambiental favorable (RCA). En este sentido, durante el año 2006 se realizó mensualmente el análisis y revisión de las producciones de cada centro de cultivo de salmónidos en las regiones X y XI con RCA favorable, para detectar aquellos centros que presentaron sobreproducción.

Durante el año 2006, las inspecciones ambientales estuvieron focalizadas en las zonas de mayor producción, por lo que se llevaron a cabo un total de 304 inspecciones cuyo objetivo fue el control *in-situ* de las buenas prácticas en los centros de cultivo, sus niveles de existencia en cultivo, desarrollo del proyecto técnico, posición geográfica y profundidad, mediante la aplicación de una “Ficha de Inspección”.

Aquellos centros de cultivo, que incurrieron en incumplimientos de las disposiciones del reglamento, detectados tanto en gabinete como en terreno, fueron citados a tribunales. (Tabla 8)

Tabla 8: Detalle de inspecciones y citaciones cursadas por el Servicio Nacional de Pesca, con relación al incumplimiento del Reglamento Ambiental.

Año	Nº Inspecciones	Nº citaciones
2005	548	45
2006	304	66

De acuerdo a lo informado por el Servicio, los mayores incumplimientos al RAMA tienen relación con los artículos 19º (entrega de INFA), 5º (plan de contingencia), 15º (sobreproducción) y 4º (condiciones de operación).

4.3.1. Antecedentes de escapes de ejemplares

Para el periodo analizado comprendido por los años 2005 y 2006, el RAMA establecía en su artículo 5º que *“En cada centro deberá existir un plan de contingencia, que describa en orden cronológico las acciones a desarrollar en caso de ocurrir circunstancias susceptibles de constituir riesgo de daño o que causen daño ambiental (...) En el caso de escape de peces desde módulos de cultivo, las acciones de recaptura se extenderán sólo hasta 400 m de distancia desde el módulo siniestrado y por un período de 5 días desde ocurrido éste. En casos calificados, el plazo y área indicados podrán ser modificados por resolución fundada del Servicio, el que no podrá extenderse más allá de 30 días ni a un área superior a 5 km.*

Todos los costos que signifiquen la aplicación del plan de contingencia y recaptura de los ejemplares escapados serán de cargo del titular del centro de cultivo”.

Por otra parte, el RAMA para el periodo 2005-2006 establecía en su artículo 6º que *“El escape o pérdida masiva de ejemplares desde centros de cultivo, así como la sospecha de que haya ocurrido, deberá ser puesto en conocimiento del Servicio y de la Capitanía de Puerto respectiva, por el titular del centro dentro de las 24 horas de su detección. Asimismo, deberá presentarse un informe en el plazo de 7 días de detectado el hecho, incluyendo los siguientes datos...”*

En consecuencia con lo anterior, el Servicio lleva un registro de los escapes o desprendimientos informados por los titulares de los centros de cultivo para los años 2005 y 2006, (existiendo sólo información para la X Región de Los Lagos):

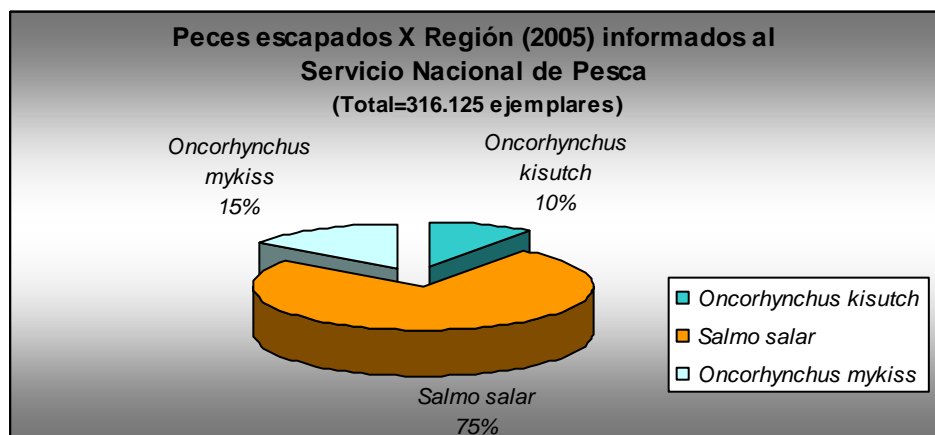


Figura 39. Peces escapados desde centros de cultivo en la X Región de Los Lagos (año 2005).

La figura 39 explica la relación porcentual por especie de los 316.125 peces escapados desde centros de cultivo durante el año 2005, e informados oficialmente al Servicio Nacional de Pesca. Un 75% del total de peces escapados corresponde a salmón del Atlántico (*Salmo salar*), un 15% corresponde a trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y un 10% corresponde a salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*).

Durante el año 2006, se registra un total de 179.789 ejemplares escapados, correspondiendo un 55% a salmón del Atlántico (*Salmo salar*), y un 45% corresponde a salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) (Fig. 40).

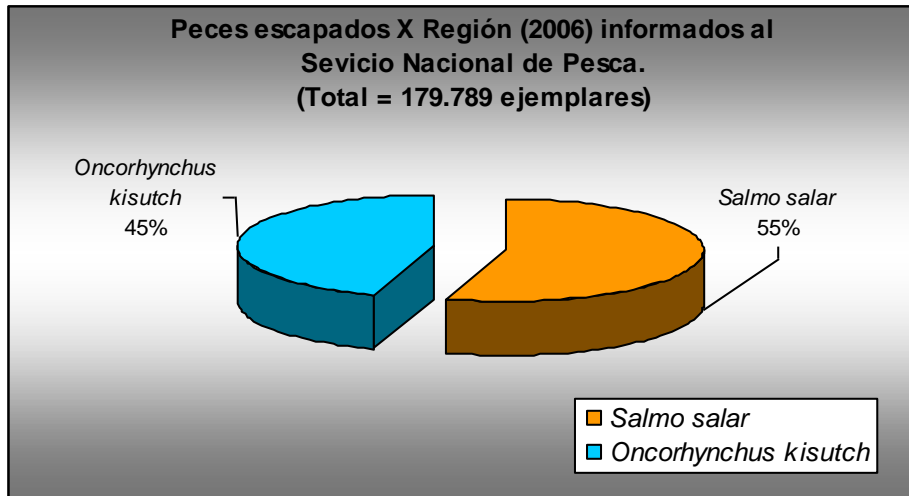


Figura 40. Peces escapados desde centros de cultivo en la X Región de Los Lagos (año 2006).

5. DISCUSIÓN

El crecimiento y consolidación de la acuicultura en Chile dependerá necesariamente de la mantención y conservación de las condiciones ambientales de los cuerpos de agua concedidos para uso productivo. En este sentido, la Subsecretaría de Pesca ha implementado como norma aplicable a esta actividad, el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y su resolución acompañante, incorporando metodologías, variables ambientales y análisis que permitan representar las condiciones ambientales en los sectores donde se cultiva. Para estandarizar lo anterior, desde el inicio de la aplicación del RAMA se ha enfrentado y desarrollado un proceso permanente de exploración de las mejores técnicas y metodologías disponibles y viables de aplicar en Chile. Primero, este proceso generó la Resolución N° 404/2003 luego la Resolución 3.411/2006, las cuales han intentado plasmar progresivamente la mejor forma de realizar las evaluaciones ambientales. Es importante destacar que tanto en el diseño como en la implementación de estos instrumentos se ha contado con la activa participación de técnicos que representan tanto los intereses del sector público como privado (consultores, académicos, profesionales).

Las estadísticas de ingreso de informes ambientales (INFA) en las oficinas del Servicio Nacional de Pesca y su posterior envío a Subsecretaría de Pesca para su evaluación, han mostrado un aumento desde el periodo 2003-2004 con 1.741 ingresos a 3.052 ingresos durante el periodo 2005-2006. Este aumento se debe principalmente a la gradual internalización de la normativa ambiental y sus plazos por parte de los titulares de los centros de cultivo y de la participación activa de consultores que los asesoran. Por otra parte, desde el año 2003 ha aumentado el número de centros inscritos en el Registro Nacional de Acuicultura superando a la fecha los 3.000 centros.

Los resultados de la evaluación de los informes ambientales desarrollados para centros de cultivo ubicados en porción de agua y fondo, indicaron que la mayor cantidad de centros con condición anaeróbica a nivel nacional corresponden a: centros ubicados en la Región de Los Lagos (67%), clasificados en categoría 3 (77%) y principalmente del grupo salmónidos (83%). Estos resultados señalan que los centros de cultivo intensivos generan un mayor impacto sobre las áreas de sedimentación, en especial aquellos que además presentan altos niveles de producción. Los centros evaluados en condición anaeróbica para el periodo 2005-2006 aumentaron en 38% respecto del periodo 2003-2004.

Adicionalmente, la realización de las INFAs se enmarca en las categorías descritas en la resolución acompañante del RAMA, de acuerdo a la ubicación de las estructuras de cultivo. Por esta razón, un centro de cultivo podría evaluarse en una o más categorías o cambiar de categoría de un año a otro, dependiendo de la profundidad o el tipo de sustrato sobre el que se disponen las estructuras de cultivo al rotar dentro de la concesión. Lo anterior se observó en el año 2006, que presentó un mayor porcentaje de INFAs evaluadas en la categoría 5 y, a su vez, un menor porcentaje en la categoría 3 y 5, respecto del año 2005.

La distribución espacial de las variables ambientales permite visualizar donde se están desarrollando principalmente las actividades de cultivo. Dado lo anterior, este análisis se centró en la zona geográfica comprendida por las regiones de los Lagos, Aisén, Coquimbo y Atacama, regiones donde se concentra más del 90% de la actividad de acuicultura, principalmente de moluscos y salmones.

En relación a lo anterior, los resultados señalan que la zona norte del país registró sólo un centro con condición anaeróbica, ubicado en la bahía de Coquimbo, IV región. Por su parte, en la Región de Los Lagos, los centros que registraron sustratos anaeróbicos se encuentran ubicados principalmente en el área cercana a Queilen, provincia de Chiloé, no obstante se observaron centros con estas condiciones en otros sectores de la región. Para el caso de la Región de Aisén, estos se ubican principalmente en las cercanías de Islas Guaitecas, Canal Puyuhuapi y Fiordo Aisén.

Adicionalmente, los mapas de distribución de las variables ambientales analizados (materia orgánica, pH, Redox y oxígeno disuelto) son el primer intento de integrar la información obtenida desde los centros de cultivo, ya que sólo existe información a través de los proyectos CIMAR Fiordos desarrollados por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA), pero no en los lugares con impacto directo de las actividades de acuicultura (Astorga y Silva, 2005 y 2006; Silva *et al.*, 1998; y Silva, 2007).

Con el propósito de evaluar y perfeccionar los procedimientos metodológicos utilizados para levantar la información ambiental, la Subsecretaría realizó actividades de intercalibración entre algunas consultoras con el objeto de evaluar este tema, cuyos resultados se conocerán próximamente. En este sentido, la Subsecretaría de Pesca y el Servicio Nacional de Pesca han trabajado en una propuesta que permita acreditar la calidad de la información levantada en terreno por los centros de cultivo. Esta propuesta, será incorporada en la próxima modificación del Reglamento Ambiental de la Acuicultura y la resolución acompañante. Actualmente, la resolución 3.411/2006 establece que a partir de diciembre del año 2008, *“los laboratorios que realicen los análisis en terreno o laboratorio, exigidos en la resolución, incluidas la toma de muestras y su transporte, deberán estar acreditados ante el Instituto Nacional de Normalización (INN) en sus sistemas de gestión según la norma Chilena Nch-ISO/IEC17025:2005 (ES), o la que la reemplace”*.

En base a los estudios existentes para la zona que abarca desde la Región de Los Lagos al sur, principalmente los trabajos desarrollados en el marco de los cruceros CIMAR FIORDOS del CONA, la Subsecretaría de Pesca se encuentra revisando los umbrales para las variables ambientales descritos para cada categoría, con el objeto de evaluar de acuerdo a las condiciones del área de sedimentación, la condición de aerobia o anaerobia de los centros de cultivo.

6. CONCLUSIONES

La evaluación de la información ambiental entregada por los centros de cultivo, arrojó un total de 81 INFAs en condiciones anaeróbicas para el período 2005-2006 versus 50 INFAs en esta condición para el período 2003-2004, superando por tanto en un 38% a este último periodo.

El análisis de las variables ambientales en las regiones donde se concentra el mayor número de centros de cultivo, indican para la zona norte, condiciones aeróbicas en prácticamente todos los centros de cultivo evaluados en los años 2005 y 2006, concentrándose los centros anaeróbicos en la zona sur, correspondiendo éstos principalmente a centros de cultivo de salmónidos.

Esta Subsecretaría, consciente de la factibilidad de mejorar el actual sistema de monitoreo ambiental de los centros de cultivo, se encuentra evaluando acciones tales como: incorporar nuevas variables ambientales; revisar los límites utilizados para la evaluación de las variables; estudiar nuevos sistemas y tecnologías que pudieran ser aplicadas en la recuperación de estos sistemas marinos. Lo anterior con la finalidad de alcanzar un desarrollo ambientalmente sustentable de las actividades de acuicultura.

7.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Astorga, M. I. y N. Silva. 2005. Textura, Materia Orgánica, Carbono Orgánico y Nitrógeno Total, en sedimentos marinos superficiales de la X Región. Crucero Cimar 10 Fiordos, Informes Preliminares, pp. 203 – 216.
- 2.- Astorga, M. I. y N. Silva. 2006. Textura, Materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno orgánico, en sedimentos marinos superficiales de la X región. Crucero Cimar 11 Fiordos, Informes Preliminares, pp. 253 – 261.
- 3.- Cáceres, M., O. Pizarro, M. Sobarzo, J. León, M. Bello & A. Valle-Levinson. Patrones de Circulación en el Estuario de Reloncaví. Crucero Cimar 12 Fiordos, Informes Preliminares, pp. 21 – 33.
- 4.- Silva, N., C. Calvete y H. Sievers. 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y Laguna San Rafael, Chile (Crucero Cimar-Fiordo 1). Ciencia y Tecnología del Mar, 21: 17 - 48.
- 5.- Silva, N. 2007. Materia Orgánica, Carbono Orgánico y Nitrógeno Orgánico, en sedimentos marinos superficiales de la X Región. Crucero Cimar 12 Fiordos, Informes Preliminares, pp. 145 - 150.
- 6.- Subsecretaría de Pesca, 2006. Informe Ambiental de la Acuicultura (2003-2004).