

**Universidad de Magallanes
Facultad de Ciencias
Escuela de Ciencias y Tecnología en Recursos Agrícolas y Acuícolas**



**EL CASTOR, SUS CARACTERÍSTICAS Y ADAPTACIONES BIOLÓGICAS,
IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA PATAGÓNICO Y ANÁLISIS DE LA
FACTIBILIDAD DE CONTROL O ERRADICACIÓN DE LA ESPECIE EN LA
ZONA AUSTRAL**

**Trabajo de Titulación presentado
como requisito para optar al título de
Ingeniero de Ejecución Agropecuario.**

Profesor Guía: Rodrigo Menéndez Torres

Autor: Iván Rojel Figueroa

**Punta Arenas – Chile
2009**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 El castor: descripción zoológica y morfológica de la especie y sus adaptaciones al medio.....	5
2.1.1 Clasificación zoológica.....	5
2.1.2 Morfología.....	5
2.1.3 Distribución, adaptaciones y costumbres.....	6
2.1.3.1 Distribución.....	7
2.1.3.2 Adaptación al medio acuático.....	7
2.1.3.3 Construcciones y viviendas.....	8
2.1.3.4 Adaptaciones para cortar árboles.....	10
2.1.3.5 Reproducción.....	12
2.1.4 Impacto benéfico del castor sobre el medio.....	13
2.1.4.1 Control de inundaciones.....	13
2.1.4.2 Creación de humedales.....	13
2.1.4.3 Creación de vegas.....	14
2.1.4.4 Eliminación de nutrientes.....	14
2.1.5 Defensa territorial y señales de alarma.....	15
2.1.6 Los castores ¿una sociedad organizada y racional?.....	16
2.1.6.1 El pueblo castor.....	16
2.1.6.2 Inteligencia o instinto.....	16
2.2 La introducción de la especie en la Isla de Tierra del fuego.....	17
2.2.1 Motivaciones de la introducción de la especie.....	17

2.2.2 Primeros antecedentes de la presencia del castor en Chile.....	18
2.2.3 Distribución actual.....	20
2.2.4 Adaptaciones al ecosistema fueguino.....	22
2.2.5 Impactos sobre el medio ambiente de la Zona Austral.....	23
2.2.5.1 Impactos adversos en recursos económicos.....	25
2.3 Lucha contra el problema del castor a través de proyectos e iniciativas gubernamentales.....	26
2.3.1 Iniciativas.....	26
2.3.2 Erradicación versus control.....	26
2.3.3 Aprovechamiento del castor: productos y subproductos.....	27
<u>2.3.4</u> Medidas de control llevadas cabo.....	28
<u>2.3.5</u> Situación actual.....	29
2.3.5.1 Convenio Binacional.....	29
2.3.5.2 Erradicación de Tierra del Fuego	31
2.3.5.3 Control Sostenido	32
2.3.5.4 Explotación Comercial.....	34
3. COMENTARIOS FINALES.....	35
4. RESUMEN.....	36
5. BIBLIOGRAFÍA.....	37
6. ANEXOS.....	40
6.1 Anexo 1.....	40

1. INTRODUCCIÓN

Los castores son roedores semi - acuáticos, tienen pies palmeados y cola plana. Proviene de América del Norte y de Europa. Son de color marrón, a excepción de la cola que es más negra, arquitectos consumados: cortan árboles y atajan las corrientes de agua haciendo lagos, para vivir y desarrollarse. Construyen diques de más de 500 metros de longitud muy resistentes y bien estructurados.

Su alimento preferido son hojas y corteza de árboles. Generalmente se aprovisionan de ramas para las épocas invernales. Suelen dormir en un gran montículo de ramas, que amontonan en el medio de una fuente de agua. Las entradas de las madrigueras se encuentran bajo el agua, para no ser vistos al entrar o salir de ellas.

Al construir sus "represas", causan enormes alteraciones en el ecosistema, sacando de curso las aguas y anegando grandes áreas de bosques entre otros daños.

Estos animales fueron introducidos en el cono Sur de América, en 1946 desde Canadá en el extremo oriental del Lago Fagnano, en la Tierra del Fuego sector Argentino.

En los años 60, el castor migró al sector chileno de la Isla Grande y en un lapso de tiempo relativamente corto ya había cruzado el canal Beagle estableciéndose en Navarino. 25 parejas se introdujeron originalmente y actualmente la población se ha descontrolado por causa de la falta de predadores naturales, llegando a estimarse actualmente en alrededor de 65.000 individuos en la zona austral de Chile, aunque algunos expertos afirman que son más de 90.000, llegando a 200.000 en toda la Tierra del Fuego e islas aledañas. Está demás decir que los daños ambientales producidos por estos roedores son devastadores en los milenarios bosques fueguinos.

La situación se ha agravado en el último tiempo, ya que se ha detectado la presencia de castores en la península de Brunswick, en Chile continental, con lo que se ha hecho urgente tomar medidas para frenar su expansión hacia el Norte.

El Servicio Agrícola y Ganadero (S.A.G.), ha promovido el control de la especie a través de la cacería con armas de fuego y trampas humanitarias, en manos de cazadores capacitados en cursos especiales y se ha tratado de estimular la manufactura artesanal de objetos fabricados en piel de castor además de incentivar una cultura gastronómica que incluya la carne de este roedor como plato exótico y especial. Sin embargo, estas iniciativas al parecer no se han podido consagrar de manera efectiva y solo han servido para mantener tal vez estable la población de castores ya que la magnitud de ejemplares cazados anualmente no provoca una disminución efectiva en su elevado número.

Actualmente existe un convenio binacional, entre Chile y Argentina, para llevar a cabo la erradicación del castor o en su defecto su control sostenido.

Objetivos

1. Llevar a cabo un acercamiento a las características zoológicas y etológicas de esta especie con el fin de conocer sus costumbres, adaptación al medio y eventualmente comprender como influye esto sobre su ecosistema nativo y adoptivo.
2. Demostrar la gravedad que conlleva la introducción de especies a un ecosistema sin llevar a cabo un estudio de impacto ambiental, analizando la situación actual en Magallanes para tener una idea clara de lo que se puede esperar a futuro en cuanto al control y/o erradicación de la especie.
3. Ver y analizar qué medidas se han tomado hasta ahora para controlar la población de castores en la Patagonia.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El castor: descripción zoológica y morfológica de la especie y sus adaptaciones al medio.

2.1.1 Clasificación zoológica. El castor según las reglas de la taxonomía se encuentra clasificado dentro de la Clase mamíferos, Orden roedores, Familia **Castoridae**, la cual incluye un solo Género con dos especies: *Castor fiber* y *Castor canadensis* o castor americano, que es el que nos interesa para este estudio, siendo muy difícil distinguir entre ambas (Son tan similares que incluso los híbridos de las dos especies nacen fértiles)(Rodríguez de la Fuente, 1971).

Aunque el origen del género *Castor* es desconocido (Lizarralde, 2007), se sabe de su presencia en Europa a fines del Mioceno (cuyo término fue hace unos 5.300.000 años). En Norteamérica a mediados del Plioceno, el periodo siguiente, que terminó hace 1.800.000 años. *Castor spp.*, es el único género sobreviviente de la familia **Castoridae**. Las dos especies actuales, ya mencionadas derivan de un ancestro común. Llevan aisladas 9000 años y quizá 24.000. Dos líneas ancestrales del género *paleocastor*, *Trogontherium* en Eurasia y *Castoroides ohioensis* en Norteamérica, forma gigante del tamaño de un oso negro, sobrevivieron hasta el Pleistoceno (que abarca desde el fin del Plioceno, hasta 15.000 años); estas habrían entonces dado origen a las especies actuales.

2.1.2 Morfología. El *Castor canadensis*, es el roedor más grande de Norteamérica, con un peso a veces superior a 40 kg. (Rodríguez de la Fuente, 1970), llegando a medir 1,30 m de largo.

En cuanto a su conformación física se puede mencionar que está cubierto por un pelaje denso (Silva, 1927), de color pardo casi amarillento, un poco más claro en el vientre, formado como en el coipo (*Myocastor coipus*), por dos tipos de capas de pelo en su pelaje¹: una capa con pelos cortos y suaves y otra capa compuesta por pelos largos e hirsutos.

La cabeza es ancha y gruesa y termina en un hocico obtuso, dividido en dos partes y flanqueado por un grueso mostacho. Las fosas nasales ubicadas en los extremos, pueden cerrarse a voluntad, por la presión de las alas de la nariz (Silva, 1927). Las orejas son pequeñas, algo redondeadas y apegadas a la piel. Los ojos pequeños y provistos de un tercer párpado que el castor puede descender como si fuera una cortina cuando se zambulle en el agua. Su dentadura similar también a la del coipo se compone de 20 dientes, de los cuales los incisivos son los más desarrollados, con forma típica de cincel, con esmalte amarillento en la cara exterior y los molares complicados con característicos repliegues de esmalte en la corona.

¹ Algunos roedores acuáticos como el coipo y el castor tienen este tipo de pelaje con dos tipos de pelo: el *vello*, apretado y suave y los pelos *tiesos* que cubren al primero, tales pelajes se llaman **compuestos** y los llevan especialmente los animales de vida acuática o que habitan en climas fríos.

El tronco se halla unido a la cabeza por un cuello corto y grueso y es ovalado, con el dorso convexo y mucho más desarrollado en la parte posterior. Termina en una cola cilíndrica y peluda en la base, aplanada y cubierta de escamas hacia el extremo. Cerca del ano tiene dos glándulas que contienen una sustancia aceitosa, el castóreo, empleada antiguamente como remedio en medicina (Silva, 1927).

Las extremidades son cortas y robustas, son más desarrolladas las posteriores, las cuales cumplen la función en conjunto con la cola de descansar y apoyarse cuando roe la corteza de una rama, la que puede sujetar con las extremidades anteriores, que tienen cinco dedos libres a diferencia de las posteriores cuyos dedos están unidos por una membrana interdigital, que le sirve en la natación (Figura N° 1).

La facilidad para sujetar objetos con las extremidades anteriores está determinada en los castores, por la oposición del dedo meñique (Rodríguez de la Fuente, 1970), a diferencia de los primates que poseen un pulgar oponible.

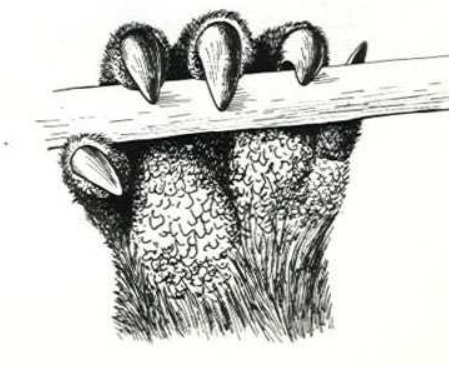


Fig. N° 1. Detalle del meñique oponible de *Castor canadensis*.

2.1.3 Distribución, adaptaciones y costumbres. Ya sea en los lugares donde habita de manera natural, como en aquellos en los que ha sido introducido, las adaptaciones del castor a su medio son extraordinarias, ya que se puede decir que es un ingeniero hábil que construye diques en los riachuelos (Rodríguez de la Fuente, 1971), para crear lagunas tranquilas donde habilitar sus nidos llamados cabañas. Aunque se desplaza torpemente en tierra, es muy rápido en el agua. Vive y trabaja en grupos familiares muy unidos. Es muy activo durante el día derribando árboles y cortando ramas, las que transporta en la boca. Posee un sistema de vigilancia eficaz y está muy bien adaptado para defenderse de los predadores.

2.1.3.1 Distribución: El castor del Canadá, (*Castor canadensis* Khul), es una especie neártica² de amplia distribución en E.E.U.U y Canadá, donde se distribuye naturalmente y cuya introducción ha sido exitosa también en Finlandia (Lathi y Helminen, 1972) pasando incluso a invadir territorios rusos contiguos (Segall y Orlova, 1961). También ha sido introducido con éxito en la zona austral de Argentina, (Godoy, 1963), desde donde se ha expandido a Chile e islas contiguas (Sielfeld y Venegas, 1980) y al continente, ocasionando graves daños al ecosistema (Fig. N° 2).



Fig. N° 2. Distribución de *Castor canadensis* a nivel mundial.

2.1.3.2 Adaptación al medio acuático: El castor se mueve sobre la tierra con bastante torpeza (Silva, 1927), mientras en el agua, sus movimientos son rápidos y seguros advirtiéndose, por cierto las adaptaciones que presenta su cuerpo para vivir en este elemento. Así por ejemplo al sumergirse en el agua puede cerrar orejas y narices, como asimismo proteger sus ojos con el tercer párpado de que están provistos. Los pies posteriores unidos por una membrana natatoria, le sirven de espléndidos remos, mientras su cola plana y escamosa le es útil como indispensable timón de su marcha (Fig. N° 3).

Su pelaje grasiento y de doble pelo aísla su piel del contacto directo con el agua, protegiéndolo del frío y conservándolo ágil y desenvuelto en sus movimientos.

² Zona faunística que abarca la mayor parte de Norteamérica, incluso las zonas áridas y semiáridas de los Estados Unidos y el centro y norte de México, así como las zonas templadas y frías de las sierras Madre Oriental y Occidental; y las sierras volcánicas del centro del país.



Fig. N° 3. Las patas traseras del castor tienen una membrana interdigital que lo convierte en un gran nadador. Las delanteras en cambio, son más pequeñas y sin membrana.

2.1.3.3 Construcciones y viviendas: El aspecto más interesante de la vida de los castores, son sus construcciones (Rodríguez, 1970), en las que sin duda ponen de manifiesto una capacidad técnica realmente sorprendente apareciendo como verdaderos ingenieros y arquitectos. Como dijera E. Th. Seton, fueron los inventores, mucho antes que los hombres del cemento armado. Las verdaderas ciudades que construyen estos roedores, están puestas al servicio de dos objetivos fundamentales: obtener un refugio seguro y una despensa para el invierno.

La construcción fundamental es el dique, encargado de producir como lo haría una presa, una especie de charca de nivel constante. El dique es una preocupación estable de los castores, ya que gracias a él, la colonia puede subsistir, por lo cual es objeto de vigilancia constante. Ante cualquier desperfecto es reparado rápidamente y está respaldado por presas subsidiarias. Al ser el material básico de construcción las ramas de los árboles, es muy importante que su transporte sea lo más cómodo y rápido posible y para ello los castores construyen canales de mercancía, lo que constituye su empresa quizá, más admirable. Suelen tener 30 o 40 cm de profundidad por metro o metro y medio de ancho, excavados en terreno plano y en dirección a los árboles. El largo de los canales es muy variable, llegando a veces a tener cerca de 400 metros. Los canales son las vías para transportar los materiales de construcción, que permiten la edificación y el mantenimiento del dique (Rodríguez de la Fuente, 1971), el cual sirve para crear un entorno óptimo al habitáculo (Fig. N° 4).



Fig. N° 4. Dique construido por *Castor canadensis*

En este lugar se edifica la cabaña, aproximadamente cónica y formada por un montón de ramas compactadas con barro y piedras rematadas exteriormente con una cubierta palitos que mide metro o metro y medio de altura por 4,5 o 6 m de diámetro cuya mitad superior sobresale del agua (Rodríguez de la Fuente, 1971). El interior de la vivienda propiamente dicha, se compone de una o varias entradas subacuáticas que dan lugar a túneles ascendentes que desembocan sobre el nivel del agua, en pequeños ensanchamientos en los que la superficie del agua forma un pequeño estanque, de uso doméstico, y que sirve como cámara de alimentación, ya que los castores gustan de comer cerca del agua. Está cámara con estanque, también le sirve al castor para descansar y secar su pelaje. La desembocadura de los canales de acceso, comunica con la cámara central o nido, que es un espacio de un diámetro aproximado de 1,8 m y una altura de unos 70 cm provisto de una chimenea vertical para la ventilación. No todas las cabañas de los castores son iguales; pueden tener más de una cámara de alimentación, con lago interior comunicadas con le mismo o diferente túnel de salida y también existir varias cámaras principales. El suelo de las cámaras dormitorio está alfombrado de virutas secas, esto resulta increíble si se piensa que todo lo que entra en la cámara obligatoriamente tiene que pasar por el agua, ya que la entrada es subacuática. Pero la explicación es simple, los castores no transportan la viruta ya fabricada, sino que llevan troncos a la madriguera y allí los desmenuzan (Fig. N° 5).

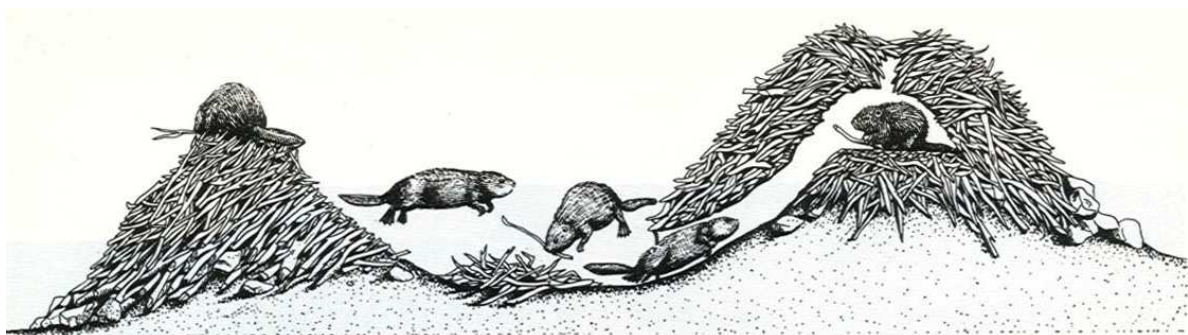


Fig. N° 5. Vista de una vivienda o cabaña de *Castor canadensis*, con entrada subacuática, despensa y dormitorio.

En verano los castores comen gran variedad de materias vegetales (Rodríguez de la Fuente, 1971), mostrando predilección por las raíces de nenúfares, las remolachas, ciertas frutas como peras y manzanas, bellotas, castañas e incluso algunas hojas de hierbas; sin embargo la base de su alimentación la constituyen los árboles de los que comen la corteza de troncos y ramas grandes e íntegramente las ramas pequeñas. Para el invierno los castores disponen de una despensa subacuática que es un habitáculo constituido por un cúmulo de ramas. Esta despensa será especialmente útil para los jóvenes ya que en el invierno los adultos viven prácticamente a expensas de sus grasas y comen muy poco. Con estas construcciones los castores forman una especie de ciudad, en la cual todo está dispuesto para procurar alimentación y habitación seguras y que cuando llega la temporada invernal ofrece las mayores utilidades. El hielo transforma la cabaña, por su dureza y aislamiento térmico, en una especie de bunker o iglú, gracias a la cual los castores no necesitan salir al exterior. Allí encerrados no tienen nada que temer de los predadores acuciados por la dureza invernal. Así estos animales, junto con el hombre, son de los pocos que logran una independencia tan marcada de su propio medio ambiente.

2.1.3.4 Adaptaciones para cortar árboles: Los árboles son los materiales de construcción y alimento básico que el castor ha de recolectar (Rodríguez, 1971), para ellos sale a las orillas para transformarse de ingeniero y arquitecto en hábil leñador. Grandes árboles caen bajo sus potentes incisivos. Para cortarlos los castores hacen una incisión en toda la circunferencia del tronco que toma el aspecto de dos conos opuestos. Curiosamente no sabe dirigir la caída de los árboles, por lo que no es raro que muera aplastado por el mismo tronco que corta. A veces deja troncos a punto de caer para que los derribe el viento. El trabajo de una colonia ha sido estimado en unos doscientos o 300 árboles por año (Fig. N° 6).



Fig. N° 6. *Castor canadensis* y detalle del corte de un árbol.

Poseen cuatro incisivos (MacDonald y Cook, 2000) extraordinariamente resistentes y filosos que son de color anaranjado por causa del esmalte que los recubre y los endurece siéndoles muy útiles para desgastar los árboles con los que se nutren y usan de materia prima para construcción de sus estructuras. Un adulto es capaz de cortar un árbol de unos 30 cm de diámetro en alrededor de 15 minutos. Los dientes crecen de por vida, por lo cual estos animales deben usarlos de manera constante para irlos desgastando o podría darse el caso de que los incisivos superiores llegaran a atravesar la mandíbula inferior (Fig. N° 7 y 8).

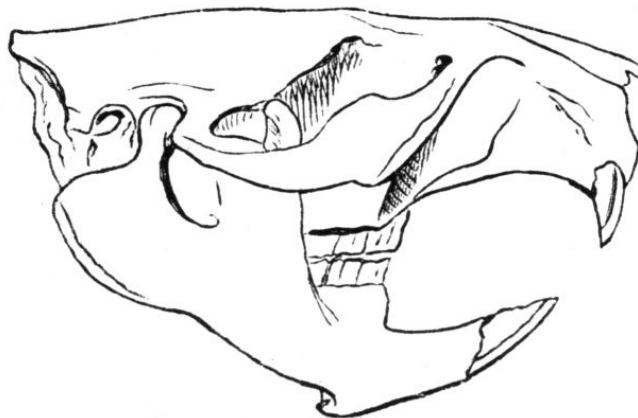


Fig. N° 7. Cráneo de *Castor canadensis*.



Fig. N° 8. *Castor canadensis*, detalle de los dientes

2.1.3.5 Reproducción: Los castores están preparados para aparearse en casi la totalidad de las etapas de su existencia (Gago, 2006). Se trata de un animal monógamo, aunque ante la muerte de la hembra, el macho opta por conseguir otra. Las causas de su monogamia están determinadas por la necesidad de complementarse en la atención de las crías, las cuales demandan cuidados que individualmente no serían capaces de brindarles. Por lo tanto, es necesario que permanezcan juntos todo el tiempo para que el proceso de reproducción sea llevado a cabo con éxito.

El periodo de apareamiento empieza cuando el hielo comienza a derretirse (Nummi, 2006). Una camada anual es la constante para cada pareja de castores. Por lo general el apareamiento se realiza bajo el agua, aunque también puede realizarse en las orillas de las fuentes de agua, donde suelen vivir. Transcurrido el tiempo de gestación que tiene una duración de aproximadamente 100 días (3 meses), la hembra pare de 2 a 4 crías (aunque pueden tener incluso hasta 9), las que nacen con el cuerpo cubierto de pelos y con los ojos abiertos. El peso de las crías es de alrededor de 450 grs. (Rodríguez, 1971) y miden cerca de 38 cm Incluyendo los 9 de la cola. Hasta los 3 meses son muy desmañadas y no saben nadar. El destete de lleva cabo a las seis semanas.

Las crías permanecen en el interior de la madriguera junto a la madre (Nummi, 2006), que las amamanta, mientras conviven con las crías de la camada anterior que ya tienen alrededor de un año de edad. Es sorprendente como los castores que ya tiene dos años, permanecen a veces en la madriguera y colaboran en la protección y el cuidado de sus hermanos menores. Mientras tanto el castor adulto permanece en las cercanías vigilando. Terminado el periodo de lactancia, la madre alimenta a los cachorros con hojas tiernas. Las crías por lo general son muy ruidosas, ya que esta es su manera de comunicarse mientras son pequeñas; luego crecerán y aprenderán a usar otro tipo de

códigos como los olores y el contacto físico. Ya al mes de edad los cachorros suelen deambular por los exteriores de la madriguera aunque conservan una absoluta dependencia de sus padres, puesto que siguen siendo ellos los encargados de proporcionarles alimento hasta que cumplen un año. A lo largo de este tiempo, imitando el comportamiento de sus padres, aprenden algunas actividades que les serán útiles en su vida adulta, aunque aún no colaboran directamente en los trabajos de la colonia. Al alcanzar los jóvenes la edad adulta, alrededor de los 2 años, se separarán de la colonia para formar la propia. Sin embargo, esto depende de las condiciones ambientales que se vivan, ya que en años secos es menos probable establecerse con éxito y los castores jóvenes bajo estas circunstancias optan por posponer su partida y quedarse junto a los padres hasta que las condiciones mejoren. Cuando por fin se independizan, suelen quedarse muy cerca del lugar donde han nacido.

2.1.4 Impacto benéfico del castor sobre el medio. Los impactos del castor en su medio natural suelen ser más beneficiosos que negativos ya que su hábitat está preparado para soportar su desempeño, no siendo necesariamente de este modo en algunos lugares donde ha sido introducido y el medio no está preparado. La constante es que en los lugares donde el castor no es nativo, sean más los impactos negativos que los positivos.

2.1.4.1 Control de inundaciones. El dique de un castor se caracteriza por tener una determinada elevación por encima del agua (Lizarralde, 2007). Cuando hay lluvias fuertes aumenta el nivel del río. Generalmente esto basta para bajar el nivel de la ola que eventualmente descendería río abajo y dañaría las construcciones humanas que podría haber más adelante. De esta manera a través del dique se ejerce un cierto control sobre las potenciales inundaciones. En definitiva los diques de los castores ayudan a que los ríos presenten variaciones más constantes y que los niveles mínimos sean más comunes que los niveles máximos.

Viéndolo de un punto de vista no tan positivo los diques son estructuras que provocan cambios en el régimen de descarga anual de un río, inundan suelos, disminuyen la velocidad de la corriente y tienen efecto sobre la acumulación de sedimentos y material orgánico (Naiman et al. 1988).

2.1.4.2 Creación de humedales. Cuando un estanque en el que habitan castores, disminuye su nivel (Díaz Martín, 2004) por causa de la acumulación de sedimentos, o cuando los árboles en las cercanías están agotados, los roedores lo abandonan. Sin mantenimiento muy pronto el dique se romperá y el agua saldrá. El terreno cenagoso que queda abandonado es el hábitat ideal para diversas especies de animales, algunas aves y variedad de peces. Muchas de estas especies habrán sido habitantes cercanos al estanque.

Los humedales representan un excelente medio para la reproducción y desarrollo de muchas formas de vida. Como ejemplo, los salmones encuentran excelentes condiciones de vida en los estanques creados por los salmones. Allí los especímenes más jóvenes pueden esconderse de los predadores y procurarse alimento de manera segura.

Los beneficios de los humedales se extienden a los humanos ya que son una fuente de agua importante para diversos usos. Incluso en humedales de gran tamaño se ha podido instalar centrales de generación de electricidad. Además son importantes por la gran cantidad de peces que pueden albergar favoreciendo las actividades de pesca. Los humedales presentan un gran atractivo en el ámbito turístico, por ser un refugio de numerosas especies y algunos de los más profundos pueden ser utilizados en el transporte fluvial.

2.1.4.3 Creación de vegas. Al secarse un humedal los terrenos son colonizados (Carreño Serrano, 2000) especialmente por gramíneas las que forman fértiles pastizales, que sirven de sustento a grupos de herbívoros tales como los ciervos. Estas extensiones de pastizales se conocen como vegas y resultan ser de gran fertilidad. Además, tienen la capacidad de almacenar y retener agua. Se conocen también como ciénagas porque presentan un contenido de cieno muy alto.

2.1.4.4 Eliminación de nutrientes. La eliminación de nutrientes que se lleva a cabo en los estanques (Lizarralde et al, 2007), creados por los castores es un valioso proceso. El proceso de eutrofización se caracteriza por la presencia en las corrientes de fosfatos y nitratos. El proceso en sí es esencial para el desarrollo de algas y plantas acuáticas. La cantidad de nutrientes en las aguas aumenta por causas diversas entre las cuales se destaca la agricultura, en sectores cercanos a los ríos. Esto puede causar problemas río abajo al beberse el agua. En los diques se juntan diversos materiales, especialmente cieno y ramas, que los castores usan en sus actividades diarias. La celulosa es el componente más abundante de esta amalgama (Johnston & Naiman, 1987). Así como algunas algas consiguen energía de la luz solar, algunas bacterias logran obtenerla de la celulosa. Sin embargo esta fuente de energía, no es suficiente para su desarrollo. La seria carencia de elementos nitrosos y fosforados que enfrentan estos microorganismos, los obliga a obtenerlos por otro medio. De esta forma en el estanque se produce la fijación de estos elementos por parte de las bacterias y existe una disminución de la carga en las corrientes de los ríos.

2.1.5 Defensa territorial y señales de alarma. Ya que el territorio en el que habitan (Smithsonian, 2008) es sumamente importante para los castores, en especial por todo el tiempo que invierten construyendo en él, suelen defenderlo ante las amenazas externas. Si un desconocido entra en el territorio de una colonia de castores, lo más seguro es que terminen luchando contra él, en ocasiones hasta la muerte (Fig. N° 9). La forma en que detectan la presencia de extraños es a través del olfato; si perciben un olor que no les es familiar, buscar la fuente del mismo se vuelve prioritario, incluso más importante que reunir alimentos, y no descansan hasta haberla hallado. No obstante, se sabe que los castores pueden reconocer los olores específicos de otras familias con las que están emparentados, en cuyo caso los toleran dentro de su territorio y no les hacen daño; lo mismo sucede con otras especies que no los perjudican y cuyos olores, con el paso del tiempo, se vuelven familiares para ellos.

Para advertir a los posibles invasores, principalmente a otros castores (Rodríguez de la Fuente, 1971), marcan su territorio con unas señales de olor —hechas con una mezcla de lodo y castóreo— para así delimitar sus tierras y tratar de prevenir enfrentamientos. Colocan las marcas de olor en los límites de su territorio, y mientras más de ellas coloquen, menos probable será que éste sea invadido, ya que más marcas equivalen a una colonia más poderosa. La cantidad de marcas que colocan depende en parte de la época y de la densidad de población del lugar. Durante los meses de cría, que son enero y febrero, y durante la época en que los castores jóvenes abandonan sus grupos y se dispersan, que es por agosto, el marcado de territorio se incrementa. De la misma forma, en una zona donde hay varias colonias de castores, es común que el número de marcas sea elevado. El marcado de territorio, así como la defensa del mismo y la reparación de diques y madrigueras, es realizada por machos y hembras por igual (Fig. N° 10).



Fig. N° 9. Los castores a pesar de su aspecto, son capaces de enfrentarse y vencer con sus filosos incisivos, a animales tan grandes como coyotes (Rodríguez de la Fuente, 1971)



Fig. N° 10. Cuando algún peligro se avecina, el castor golpea el agua repetidamente con la cola produciendo un sonido que se oye a gran distancia y alerta a sus congéneres. (Rodríguez de la Fuente, 1971)

2.1.6 Los castores ¿una sociedad organizada y racional?

2.1.6.1 El pueblo castor, el castor es uno de los animales que mas impacto causó en la mentalidad del hombre primitivo (Rodríguez de la Fuente, 1971), ya que, mucho antes que nosotros, poseía una organización social a la que es indispensable la tecnología. Esto hizo que fuese considerado como dotado de una inteligencia superior, y así los indígenas americanos designaban a los castores con frases como "el pueblo castor" o "los pequeños hermanos que hablan", que muestran claramente el alto concepto que de ellos poseían.

2.1.6.2 Inteligencia o instinto, Los castores no siempre hacen construcciones (Rodríguez de la Fuente, 1971). El dique es, por ejemplo, una construcción típica de los pequeños cursos de agua, donde es necesario regular el nivel, y no se construye en lagos y grandes extensiones de agua dulce. Incluso, como consecuencia de la terrible persecución que les valiera su preciada piel, los castores, en colonias disminuidas, abandonaron en muchos lugares su típica cabaña, pasando a ocupar terreras en las orillas.

Desde antiguo, el hombre impresionado por las aptitudes tecnológicas del castor, lo considero dotado de una gran inteligencia, atribuyéndole, incluso, actividades que nunca ha realizado, como la de usar su cola a modo de liana para revocar con barro sus construcciones. Actualmente se piensa que el castor no tiene mas inteligencia que otros roedores; su cerebro no muestra una estructura superior, y todos los procesos implicados en la construcción, parecen factibles de ser atribuidos a una secuencia de acciones instintivas. En este sentido apuntan muchos aspectos de su comportamiento, como el no saber dirigir la caída de los árboles que corta, su incapacidad para el trabajo en equipo y su empeño en reparar con barro y ramas, presas de cemento, como ocurrió en un lago de Nueva York. La demostración de que la conducta constructora es innata y no aprendida es clara. En Europa donde se vieron obligados a vivir en terreras a causa de la persecución, al

ser protegidos, comenzaron de nuevo a construir presas y cabañas, actividad que había sido suprimida por centurias y cuyas técnicas no podrían haber sido aprendidas de ningún antepasado, pues la longevidad de los castores es de unos 20 años.

2.2 La introducción de la especie en la Isla de Tierra del Fuego

La introducción de esta especie en el territorio fueguino, corresponde a gestiones realizadas por el Ministerio de Marina en la República Argentina en 1946, liberándose 25 parejas o casales, en el sector Noroeste del Lago Fagnano (Godoy, 1963), estos individuos se adaptaron de manera muy rápida y comenzaron una acelerada expansión que ya en 1980 comprometía a los ríos Bellavista, Claro, Ewan, Grande, Irigoyen, Lainez, Mayor, Menéndez, San Pablo, Varela y McLennon en territorio argentino (Godoy, Daciuk 1978) otros estudios hechos en los años 80 (Marconi y Balabusic, 1980), señalaban la zona fueguina comprendida entre el río Grande y el canal Beagle.

2.2.1 Motivaciones de la introducción de la especie. Es una constante histórica que las zonas más frías del planeta (Lizarralde, 2007) siempre han tenido la base de su desarrollo en el aprovechamiento de las pieles de animales salvajes. En la zona extrema más austral de nuestro continente no se dieron las cosas del mismo modo. Por este motivo fue introducida la especie en el ecosistema fueguino de la República Argentina. Los individuos venían desde el Canadá. Se pretendía tener animales de piel valiosa. La operación fue promovida por el Ministerio de Marina el cual dio la autorización para introducir las 25 célebres parejas en la cuenca del Río Claro, ubicada en el área boscosa de la Isla fueguina.

Es indudable que los ejemplares introducidos encontraron las condiciones óptimas para habitar y alimentarse. La ausencia de depredadores naturales hizo más fácil su expansión, el aumento de su número y su avasalladora invasión al ecosistema austral. Así fue como en 1983, el gobierno del territorio fueguino tomó la decisión de promover la caza regulada y comercial para de algún modo controlar el aumento de la población. Sin embargo esta iniciativa no tuvo auge y el castor continuó expandiéndose.

Según la versión de director del Centro de Estudios Avanzados en Ecología de la U. Católica de Chile, Dr. Fabián Jaksic, fueron introducidos por la marina argentina al lago Fagnano para contar con gorros para los oficiales.

Si bien es cierto esta última versión no está debidamente documentada, sea cual fueren las motivaciones de la introducción del castor en Tierra del Fuego, no se puede negar que fue una acción bastante imprudente, ya que no hubo ningún tipo de responsabilidad y consideración de efectos futuros en el ecosistema fueguino ni se tuvo la capacidad de prever de manera alguna, los efectos que esta especie podría tener sobre

las especies nativas de fauna y flora. Estos efectos están hoy a la vista y a pesar de que se ha tomado conciencia y se ha pretendido especialmente en el último tiempo, poner algún atajo a la expansión del este roedor y evitar de algún modo que siga afectando el ecosistema austral, la labor, por el estado de avance del problema, se hace cada vez más complicada (Fig. N° 11).

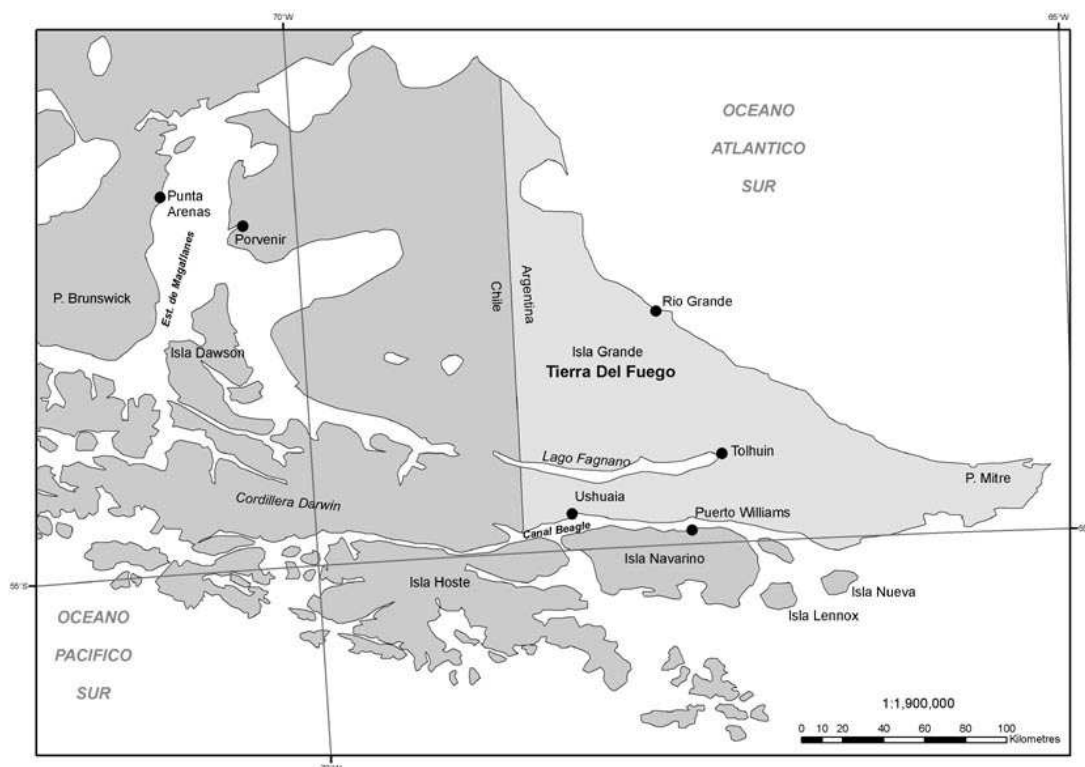


Fig. N° 11. Isla de Tierra del Fuego, medio geográfico de la introducción del castor

2.2.2 Primeros antecedentes de la presencia del castor en Chile: Para el territorio chileno la primera cita corresponde a Markham (1971), habiendo sido corroborada de manera abundante en los sectores de los lagos Lynch y Blanco y corrientes tributarias del sistema hidrográfico del río Grande y en el río Azopardo que corresponde al desagüe del lago Fagnano (54° 30' S aproximadamente). En sectores como isla Navarino se introdujo de manera pasiva y el primer avistamiento de ejemplares data de 1962; unos 12 años más tarde ya la isla presentaba todos sus cursos y fuentes continentales de agua, poblados por castores, habiendo cruzado incluso a isla Hoste, en el sector de la península Dumas, muy probablemente a través del canal Murray (Sielfeld y Venegas, 1980).

Desde entonces este roedor se ha reproducido (Lizarralde, 1993) y expandido en una reducida franja de bosque ribereño provocando alteraciones en el equilibrio de este ecosistema (Fig. N° 13).

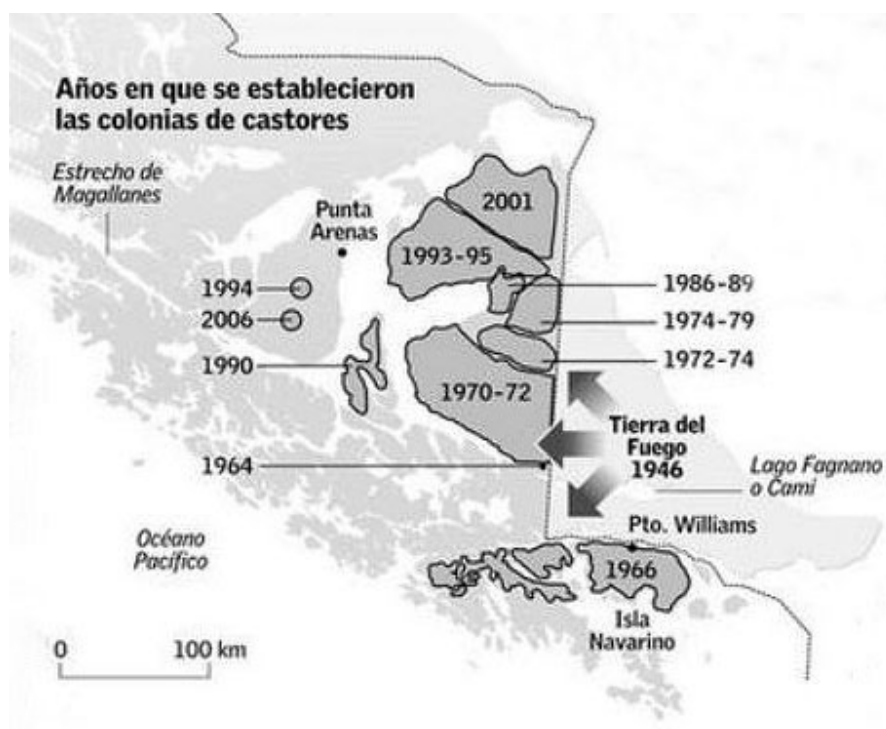


Fig. N° 13. Años en que se establecieron las colonias de castores en Chile

En el mapa anterior puede verse, como desde que se introdujeron los castores en Argentina, en 1946, antes de haber transcurrido 20 años, ya se podían encontrar en el lado chileno de la isla en 1964; en 1966 ya habían cruzado a Isla Navarino, en 1970 ya se encontraban en la parte central de la Isla desde donde siguieron avanzando hacia el Norte y oeste llegando a Isla Dawson en 1990 y al extremo norte de la Isla el 2001. Por fin el año 2006, se comprobó su presencia en la Península de Brunswick en Chile continental, aunque ya se había visto ejemplares en 1994.

Es un hecho que ya traspasaron la frontera del Estrecho de Magallanes puesto que puede nadar sin problemas por más de 5 km impulsado por sus patas traseras: ya se han comprobado cuatro núcleos continentales en la zona superior de las cuencas de los ríos Oro y Santa María, y la parte central de la cuenca del río San Juan y en el río que desagua en la laguna Parrillar.

En el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) estiman que anualmente avanza un

promedio que fluctúa entre 2,6 y 6,2 kilómetros, siempre hacia el norte. Afortunadamente los zorros y pumas están predando sobre ellos, pero se teme que esto no sea suficiente. Los más pesimistas los imaginan llegando más allá de Puerto Montt y por el lado Argentino hasta la zona del Neuquén.

2.2.3 Distribución actual: Veinticinco parejas de castores fueron introducidas desde Canadá y liberadas en el lado argentino del Lago Fagnano (Fig. 1) en 1946 (Jaksic et al. 2002) y, desde entonces, se han extendido hasta cubrir cerca de 7.000.000 hectáreas (Lizarralde 1993) incluyendo las islas de Isla Grande (4.810.000 ha.), Navarino (252.800 ha.), Dawson (200.000 ha.), Nueva (12.000 ha.), Lenox (17.000 ha.), Picton (10.500 ha.), parte de Hoste (480.000 ha.), y muchas de las islas más pequeñas al sur del Estrecho de Magallanes. A principios de la década del 90, el castor cruzó el Estrecho de Magallanes para alcanzar la Península Brunswick, en Chile continental

Se sabe que el castor es un animal semi-acuático que vive en colonias familiares en madrigueras en diques o en refugios ribereños a lo largo de bordes de ríos grandes y en lagos donde no construyen diques (Parkes et al, 2008). En consecuencia, aún cuando su rango en Tierra del Fuego es muy grande, la escala del problema se define mejor en términos de longitud de cursos de agua habitados que por área.

Se calcula que existen más de 20.000 km de cursos de agua (arroyos de primer a cuarto orden (Parkes et al, 2008), pero restando los bordes de lagos y excluyendo la Península Brunswick e islas más pequeñas) dentro de el área de 7 millones de hectáreas - cerca de 13.000 km en Chile y aproximadamente 8.400 km en Argentina (Tabla N° 1).

País	Zona	Extensión (km)
Chile	I. Grande Norte	2043
Chile	I. Grande Central	1711
Chile	I. Grande Sur	3631
Chile	I. Navarino	3634
Chile	I. Dawson	966
Argentina I. Grande	8400	

Tabla N° 1. Longitud estimada de cursos de agua y bordes de lagos en Tierra del Fuego.

Los castores se encuentran desde el nivel del mar hasta aproximadamente 650 m s.n.m y están presentes (o han estado presentes) en casi todas las cuencas (Parkes et al, 2008). Las mediciones de frecuencias de colonias activas de castores a lo largo de cursos de agua dentro de su rango han variado desde aproximadamente 0,1/km en Porvenir hasta 8,5/km en la Estancia Vicuña en el norte y centro de la parte chilena de Isla Grande, respectivamente.

Los castores son menos abundantes en los hábitats esteparios patagónicos en el noreste de Isla Grande y más abundante en los hábitats de bosques deciduos y siempreverdes y la tundra magallánica al este (Moore 1983). Se asume que no están presentes por sobre la línea de cobertura arbórea y en las extensas áreas nivales de la Sierra de Inju Gooyin Beauvoir y la Cordillera de Darwin.

Existe evidencia de que el número de colonias activas esta decreciendo. Por ejemplo, en Chile (Parkes et al, 2008), la frecuencia promedio ponderada de colonias activas ha descendido de 0,76/km en 1999, a 0,68/km en 2004, y a 0,27/km en 2006.

La dinámica de la ocupación de las colonias probablemente es influenciada por:

(a) Tiempo desde que los castores colonizaron el sitio: Es casi seguro que los castores en Tierra del Fuego pasan por una oscilación irruptiva (Parkes et al, 2008). La evidencia en la Isla Navarino es que, promediado sobre una gran área, los castores demoran quizás 30 años en alcanzar densidades máximas . En cualquier sitio más pequeño, este máximo se alcanzaría presumiblemente más rápido (ver abajo).

En sus hábitats naturales en Norteamérica, los castores ocupan un sitio por algunos años hasta que agotan su fuente de alimento, y entonces abandonan el sitio hasta que se haya recuperado la vegetación adyacente a éste. Los tiempos de ocupación de sitios en Norteamérica varían de un promedio de 8-10 años en Wisconsin (Knudson 1962) a 5,8 años en Canadá (Fryxell 2001) y 4,8 años en New York (Wright et al. 2004). La plena recuperación de un sitio puede tomar muchas décadas, pero en el último estudio el tiempo medio en que los sitios permanecieron desocupados fue de 4,8 años, es decir, los sitios tuvieron idénticos tiempos de ocupación y abandono. No existen datos publicados sobre el marco de tiempo de estos ciclos de ocupación, abandono, recuperación y reocupación para castores en Tierra del Fuego, aún cuando se conoce que un sitio abandonado no ha revertido a su condición boscosa incluso después de 20 años (Martínez Pastur et al. 2006).

Al parecer las consecuencias sobre el bosque fueguino considerando los datos anteriores serían irreversibles. Sin embargo como la naturaleza siempre está evolucionando, es posible esperar que se forme un nuevo tipo de habitat, en los lugares donde antes había bosque y que este de cobijo a oras especies, en lo posible nativas, que bajo estas condiciones puedan prosperar y de alguna manera hacer evolucionar el paisaje (Fig. N° 14).

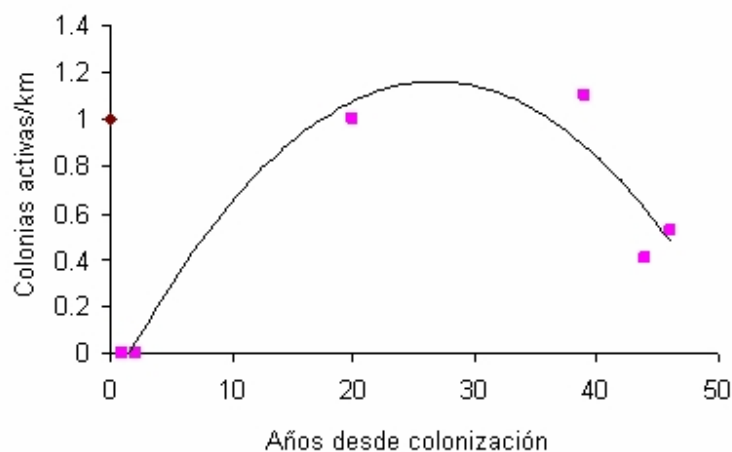


Fig. N° 14. Auge y decadencia de las colonias de castores en Tierra del Fuego a través de los años

2.2.4 Adaptaciones al ecosistema fueguino. Los castores prefieren ríos bordeados por lenga, sin embargo, también consumen ñirre y coigüe de Magallanes. Para la construcción de sus madrigueras prefieren cursos de agua pequeños con pendientes suaves (menores a 6%) (Parkes et al, 2008). Al igual que en su hábitat natural, los castores adultos pueden dispersarse por el agotamiento de su fuente de alimentación o por la inundación de su madriguera (Parkes et al, 2008).

El castor de Tierra del Fuego produce una camada al año de 4 crías cuyo nacimiento ocurre de diciembre a febrero (Parkes et al, 2008). Los castores jóvenes permanecen en la colonia hasta los 2 años de edad, luego buscan pareja y se dispersan. La principal especie arbórea que el castor utiliza es la lenga (*Nothofagus pumilio*) sin embargo otras especies menos abundantes en la zona y que son aprovechadas por el castor, son el ñirre (*Nothofagus antarctica*) y el coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*). Son sagaces: como en las estepas patagónicas no hay árboles, emplean los cercos de madera para fabricar sus diques. Y lo más paradójico es que construyen esas barreras para defenderse de los inexistentes osos y lince canadienses. Cada colonia puede alojar un grupo familiar, constituido en promedio por cinco individuos: una pareja y crías menores de dos años de edad. Los castores juveniles son expulsados de su colonia paterna aproximadamente a los dos años de edad, para formar una nueva colonia ó bien se incorporan a otra colonia ya establecida. Cada colonia puede estar asociada a una cadena de embalses, en un tramo de río que los animales utilizan durante la primavera y el verano para alimentarse y reproducirse. En otoño la actividad se concentrará en la construcción de su comedero, en asociación con la madriguera.

En cuanto a su reproducción, el número de animales por camada es de 3,33 en promedio (Lizarralde y Escobar, 2006). Por otra parte, se desconoce la tasa intrínseca de crecimiento de *Castor canadensis* para los hábitats de Tierra del Fuego, pero usando la relación entre peso corporal y tasa de crecimiento para mamíferos (Sinclair 1996): podríamos decir, que cuando ningún recurso es limitante, una población de castores se

duplicará en tamaño cada 1,5 años (Parkes, 2006).

El número de individuos se estimó, considerando la información de Novak (1987), quien indica un máximo de 12 individuos por familia, siendo el promedio de S a S. Este promedio incluye la existencia de una pareja de adultos, 1 a 2 juveniles de 2 años y 2 a 4 crías de la temporada y ha sido denominado familia individuo o colonia típica.

Al respecto, y aun cuando no repercute en el promedio de individuos considerados parece mas aceptable la definición de colonia formulada por Novak (1987) de acuerdo a la cual una colonia seria "un grupo de castores que ocupan un embalse o un sector de uno en común, utilizando una fuente común de alimento y manteniendo un dique.

2.2.5 Impactos sobre el medio ambiente de la Zona Austral. El impacto obvio del castor ha sido la remoción de los bosques de *Nothofagus pumilio* y *N. betuloides* a lo largo de las zonas ribereñas (generalmente dentro de 30 m pero hasta 95 m desde el curso de agua; (Anderson et al, 2005) de la mayoría de los cursos de agua en Tierra del Fuego. Skewes et al. (1999), observó que el 88% de los árboles murió por efectos de la inmersión y el 12% restante por la acción roedora del castor al alimentarse. Estos bosques ribereños estaban protegidos ya sea dentro de áreas preservadas para la biodiversidad o como parte de buenas prácticas forestales en áreas manejadas para silvicultura.

Aproximadamente 5.200 hectáreas de bosque nativo han sido destruidas (Parkes et al, 2008), particularmente de bosque ribereño, que se encuentra asociado a las orillas de los cursos de agua. Esta zona es la única protegida por la Ley de Bosque, la cual prohíbe su explotación, y ahora está amenazado por los castores. Los animales cortan árboles y construyen diques de hasta tres metros de altura, verdaderas obras de ingeniería que provocan inundaciones y destruyen la vegetación.

Los efectos que los castores pueden tener sobre este ecosistema es la remoción de los bosques de lenga y coigüe de Magallanes (Figura N° 15), y en el caso del ñirre, el reemplazo de esta especie por praderas de hierbas altoandinas (Parkes et al, 2008).de los cuales extrae material para su alimentación y la construcción de diques. Estas estructuras provocan cambios en el régimen de descarga anual de un río, inundan suelos, disminuyen la velocidad de la corriente y tienen efecto sobre la acumulación de sedimentos y material orgánico (Naiman et al. 1988).

Otro impacto es el aumento de la temperatura de las aguas causada por la disminución de la sombra proporcionada por los árboles (Johnston y Naiman, 1987). Las modificaciones físicas de los ecosistemas debidas al castor tienen un efecto cascada, pues alteran la dinámica de otras especies (Baldini, 2008). La tala de árboles y el forrajeo ha provocado una disminución en la densidad y área basal de estas especies,

especialmente porque el castor utiliza árboles con diámetros menores (Johnston y Naiman, 1987) derivando en un reemplazo de la vegetación natural por otras especies.



Fig. N° 15. Panorama desolador de la acción de *Castor canadensis* sobre el bosque fueguino.

El castor también construye diques en el límite de la vegetación arbórea y es probable que esto induzca a que ésta se desplace hacia abajo a medida que el bosque ahí (mayoritariamente *Nothofagus antarctica*), es reemplazado por praderas de hierbas altoandinas.

El castor también cambia el sistema hidrológico y flujo sedimentario, y altera la química del agua en cuencas (Lizarralde et al. 2004). Estos cambios y aquellos de otras especies introducidas tales como salmónidos, ratas almizcleras (*Ondatra zibethicus*) y visones (*Mustela vison*) que se pueden beneficiar de la actividad del castor) tienen un impacto desconocido sobre las especies nativas (Silva & Saavedra 2008).

Además de los pastos y hierbas que se benefician de las actividades del castor, algunas especies nativas también se favorecen. El carpintero magallánico (*Campephilus magellanicus*) y las aves acuáticas pueden beneficiarse de sitios de forrajeo extras proporcionados por los diques de castores (Vergara & Schlatter 2004).

Se han hecho intentos para valorar activos de conservación en términos monetarios (dólares) y conducir análisis de costo-beneficio sobre opciones de manejo alternativas, pero estos no son convincentes puesto que no es posible devengar los beneficios de conservación en la misma moneda que los costos de control (Parkes et al. 2008). Por consiguiente, es difícil juzgar si el valor de los hábitats de bosque dañados

es suficiente para justificar el costo de erradicación - es un juicio de valor. Sin embargo, la erradicación, como una forma de retirar de manera permanente el riesgo de invasión del territorio continental y otros daños posteriores, claramente se agrega al valor del beneficio. A menos que sean detenidos mediante el retiro de las actuales poblaciones en el territorio continental o por erradicación, el castor podrá ampliar su rango de distribución a cerca de 2.000 km hacia el norte hasta la de la provincia de Neuquén en Argentina y a la Novena Región de Chile. Además del daño similar a comunidades vegetales del sur en común con Tierra del Fuego, los ecosistemas ribereños del norte contienen una variedad de comunidades y especies ribereñas, incluyendo el alerce (*Fitzroya cupressoides*), una conífera que ya se encuentra amenazada por incendios y antiguas talas.

Para opciones de control sostenido existen herramientas económicas que proveen formas transparentes para asignar recursos de control incluso cuando los beneficios no se pueden valorar en dólares. Los encargados pueden preguntar cómo asignar de manera óptima un presupuesto anual fijo para controlar el castor en áreas prioritarias (maximización de beneficios), o preguntar sobre la forma más eficiente de lograr un rango seleccionado de operaciones de control (minimización de costos) (Bhat et al. 1993).

2.2.5.1 Impactos adversos en recursos económicos. El costo del castor para las economías de Chile y Argentina ha sido estimado en más de US\$ 3 millones al año y de más de US \$4 millones al año, juzgando por costos conocidos de la infraestructura caminera en partes de Chile. Estos costos aumentarían si el castor invadiera el territorio continental.

El principal costo económico del castor es a la infraestructura caminera en Tierra del Fuego. La inundación causada por el castor y su propensión a usar caminos como diques naturales bloqueando alcantarillas cuesta millones de dólares al año. Por ejemplo, los costos de reparación de caminos en Chile (Islas Grande, Navarino y Dawson) en 2002 y 2005 alcanzaron US\$2,1 millones y US\$2,4 millones, respectivamente (Parkes et al, 2008) No existe información sobre la proporción de esto debido al daño causado por el castor.

Los costos a la industria forestal surgen en gran parte del daño a caminos o porque la actividad del castor aumenta los costos para lograr acceso a sitios de cosecha. En general, los bosques ribereños directamente destruidos por el castor no es permitido de ser talados por lo que su destrucción no tiene un costo directo para las empresas forestales.

El castor también causa serios daños a la infraestructura de las estancias. En áreas donde el castor persiste en ausencia de árboles, roe postes de cercos como un medio para mantener sus dientes en forma - los dientes incisivos del castor crecen continuamente y el animal debe desgastarlos sobre madera, lo que usualmente hace como parte de su comportamiento alimenticio.

Como se ve no sólo matan el bosque. Si se instalaran, por ejemplo, en laguna Parrillar, desde donde Punta Arenas obtiene su agua potable, sería muy grave afirma Jacksic (2008). En sus fecas viven protozoos que, libres en el agua, pueden causar gran daño al ser humano, por lo que también se constituirían en un problema de salud pública.

2.3 Lucha contra el problema del castor a través de proyectos e iniciativas gubernamentales

2.3.1 Iniciativas. El control del castor comenzó en Argentina en 1981, cuando se autorizó la caza de castores para controlar el daño. Después del año 2001, se incentivó la caza por piel y el gobierno intentó aumentar las oportunidades comerciales facilitando el acceso de la piel de castor al mercado europeo. En Chile, el castor ha sido oficialmente declarado como una plaga desde 1992, y en el 2004 se dio inicio a un programa para incentivar la explotación comercial del castor como una herramienta de control, con significativo apoyo del gobierno. Así, ambas campañas se basaban en el potencial valor comercial de la piel de castor para incentivar el trampeo privado y público como una herramienta de control. Ninguna de estas campañas fue efectiva ni para controlar al castor o en detener su avance.

En respuesta a esta evidente falta de éxito como una herramienta de control de plagas (Parkes et al, 2008) en el año 2004 se inició un esfuerzo para aumentar la eficacia de la explotación comercial como táctica de control proporcionando capacitación a tramperos y un subsidio (por cada cola y piel de castor) para complementar los ingresos de los tramperos por la piel y carne de castor.

Sin embargo, el reconocimiento de que la explotación comercial por sí sola (independiente de si es bien manejada o incentivada) no podía resolver el problema, ha llevado al desarrollo de un programa binacional. El actual estado del apoyo gubernamental para uso comercial es que en Chile el SAG se está enfocando hacia la contratación directa de tramperos para controlar el castor en la Península Brunswick e Isla Dawson sin basarse en el incentivo comercial o del mercado peletero como factor primario del esfuerzo. En Argentina, la posición oficial es seguir apoyando y subsidiando la industria de las pieles, pero esencialmente en espera de opciones que pudieran desarrollarse a partir de este plan de factibilidad antes de tomar decisiones sobre si continuar, abandonar o cambiar esta política.

2.3.2 Erradicación versus control. El Estudio de Factibilidad de erradicación (2007-2008), realizado por expertos internacionales analizó la factibilidad técnica, ecológica, social y económica de erradicar el castor y la comparó con otras estrategias de manejo alternativas:

El control, requeriría un esfuerzo inicial para reducir la abundancia de castores a

alguna densidad baja (o incluso cero en el lugar en cuestión) seguido por control de mantención periódica a perpetuidad, para mantener alguna densidad de castor con impactos tolerables, y con el riesgo de una nueva invasión si los esfuerzos no se mantuvieran (Parkes et al, 2008).

Por otro lado, el estudio identificó que la erradicación de la distribución actual es posible pero difícil (Parkes et al, 2008). Requiere un gasto menor que el control sostenido en el largo plazo pero un esfuerzo mayor en el corto plazo. Por último, alguien podría preguntarse ¿cuál sería el costo de no hacer nada?...Si bien, lamentablemente no hay por el momento un estudio detallado de cuáles serían los costos económicos de esta opción, bastaría recorrer la isla grande de Tierra del Fuego, para imaginarse que podría pasar en ese caso con el resto del Bosque andino patagónico. La presencia verificada del castor americano en el continente, constituye el mayor agravante registrado en las últimas décadas en cuanto a la invasión de esta especie.

2.3.3 Aprovechamiento del castor: productos y subproductos. Entre los beneficios que se pueden obtener de los castores cazados, está la carne y la piel (Parkes et al, 2008). Si bien es cierto por efectos de las particulares condiciones ambientales de la Patagonia, los castores de estas latitudes, no desarrollan una piel tan valiosa como sus primos norteamericanos, es posible de aprovechar para trabajos artesanales que pueden llegar a ser novedosos, aunque probablemente no sustenten un gran mercado a nivel regional. La carne por otra parte, es de un sabor no muy agradable, pero se constituye en una novedad turística que se vende a elevados precios en algunos restaurantes de Magallanes.

Históricamente las pieles de castor eran intercambiadas en trueques por los nativos americanos en el siglo XVII para conseguir bienes europeos (Rodríguez de la Fuente, 1971). Después eran enviadas a Gran Bretaña y Francia, donde eran convertidas en prendas. La extensa cacería y captura de castores puso en peligro su supervivencia. No obstante, llegó un momento en el que el comercio de pieles decayó debido a su demanda decreciente en Europa y a la utilización de los terrenos de caza para apoyar al sector agrícola en auge.

La piel de castor es apetecida en los Estados Unidos (Parkes et al, 2008) donde los compradores cancelan hasta US\$ 35 (\$18.200) por una piel de animal cazado durante el invierno, que es cuando su pelaje mejor luce. Sin embargo, esta industria no se ha desarrollado desde el mercado magallánico debido a los bajos volúmenes de extracción y a que no han conseguido entusiasmar a los compradores del hemisferio norte.

En cuanto a la carne un plato de castor en restaurantes especializados de Magallanes cuesta alrededor de \$11 mil pesos. El chef internacional Héctor Vera destaca el bajo índice de grasa de la carne. Su sabor no es fuerte y su buen tejido muscular permite aprovechar el 90% de todo el animal, asegura. Dice que parece lomo vetado o liso y que, sazonada, sabe bien. Vera puso a prueba creaciones con los cuartos delanteros y traseros: milanesa, paté, chorizos y raviolos de castor.

Algunos como el Dr. Fabián Jaksic en cambio opinan que la carne es bastante

fuerte y oscura. No necesariamente sabrosa, aunque en forma de carpaccio se hace digerible. Tampoco es posible esperar que el consumo de carne de castor se masifique y que en el futuro haya grandes empresas dedicadas al procesamiento y comercialización de este recurso. Por otra parte el problema del castor no puede esperar a que un mercado se consagre.

Otra opción de aprovechamiento, aunque probablemente también a baja escala, es la de la industria de los aromas. Una glándula en la zona perianal del castor produce el castoreum, un vector para perfumes finos y que también sirve en la fabricación de chicles. En el siglo 18 se lo empleaba contra el dolor de cabeza, la fiebre y la histeria. Los romanos le atribuían propiedades abortivas. En estado silvestre, con el castoreum los animales marcan su territorio.

De todos modos la idea de la explotación comercial no sería aplicable a una especie que se quiere erradicar, ya que nadie va a invertir en un negocio que no tiene futuro. Podría tratarse entonces de una alternativa transitoria.

2.3.4 Medidas de control llevadas cabo. Entre el 2004 y el 2007, el SAG de Magallanes implementó un programa de control de especies invasoras, que arrojó como resultado la captura de 11.700 castores, y la capacitación de 270 personas como tramperos, el 90% de ellos ovejeros y puesteros de estancias.

Los cazadores utilizaron armas de fuego y también trampas del tipo canadiense (trampas "humanitarias", donde el animal es eliminado en un tiempo inferior al que se demora su predador natural: el oso).

Cada cazador se entendía con la Unidad de Caza que se adjudicó el servicio ante el SAG. Así, una vez al mes se recorrían los sectores y se cancelaba al cazador \$2.500 por cada cola de castor, y \$5 mil por la piel entera.

Las colas de estos roedores se quemaban en el incinerador del SAG y las pieles se están almacenando para entregarlas a los artesanos que han capacitados para su aprovechamiento y para fomentar la industria peletera en Magallanes. La idea es que posteriormente se incremente el mercado privado de peletería.

Los 11.700 castores sacrificados representan una extracción anual de aproximadamente un 10% de la población, suponiendo una población total de unos 65.000 castores (13.000 colonias con un promedio de 5 castores por colonia) (Parkes et al, 2008). El castor puede fácilmente reemplazar esta extracción anual si las condiciones permiten una tasa positiva de aumento. Sin embargo, ya que la mayor parte de la extracción se restringe a áreas accesibles, es probable que la industria peletera haya tenido un importante efecto en las poblaciones de estas áreas.

2.3.5 Situación actual. Durante el 2008 se continuó con el programa de caza (Parkes et al, 2008) en conjunto con los proyectos de estudio que se han hecho con financiamientos con el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) en un primer caso y que fueron ejecutados por la Universidad de Concepción y el Instituto Nacional de Formación Profesional (Infop), donde se diagnosticó la abundancia en términos poblacionales, la distribución y el impacto a que se estaba haciendo con algunas posibilidades de hacer un mejor aprovechamiento del recurso.

El programa de caza esta vez sufrió algunas modificaciones, antes el procedimiento llevaba a concentrar los cazadores en las áreas donde había poblaciones grandes, dejando de lado los lugares recién colonizados, ahora, para eliminar los focos de castores presentes en el continente, el SAG proyecta una nueva estrategia: recurrirán a cuadrillas, especializadas en trampas. Su énfasis estará en la caza y en la erradicación, antes que en el aprovechamiento comercial. Urge erradicar las colonias nuevas.

La eliminación de la población actual en el territorio continental (Paulson et al, 2008) es de la mayor prioridad y urgencia, ya sea como estrategia independiente o como el primer paso en un intento por una erradicación mayor. Un intento de lograr esto mediante eliminación del castor en la Península Brunswick e Isla Dawson, además de la creación de zonas de contención en Isla Grande, esta siendo evaluado por el gobierno chileno, el cual en caso de ser aprobado, constituiría un proyecto acotado a un período de 3 años. El presupuesto presentado al gobierno regional de Magallanes para este proyecto es de US\$ 1,27 millones.

Sin importar los resultados del intento por eliminar al castor de la Península de Brunswick (y tal vez de la Isla Dawson) a la fecha planificada de fines del año 2009, el comité binacional debiera iniciar una revisión de las implicancias para un intento más amplio de erradicación en toda Tierra del Fuego, no al menos en términos de cuándo debiera comenzar esto último.

2.3.5.1 Convenio Binacional, En el mes de Agosto de 2006, luego de dos intentos (Parkes et al, 2008) frustrados, se realizó una importante reunión en la ciudad de Río Gallegos, provincia de Santa Cruz, Argentina: “Primera reunión técnica de cooperación entre Argentina y Chile sobre el ingreso del castor (*Castor canadensis*) en el área continental de América del Sur”. Esta Reunión estuvo convocada por la Administración de Parques Nacionales, La Secretaria de medioambiente de la Nación y por la Provincia de Santa Cruz.

En esta reunión se suscribió el documento “Estrategia binacional para la erradicación del castor de la Patagonia Austral” (Parkes et al, 2008), documento que no cuenta con precedentes en otros lugares del mundo. En este documento de acuerdo entre ambos países, se fijó una posición conjunta respecto de esta especie en el cono sur, la meta final a la cual debería apuntar el manejo y los objetivos básicos para el tratamiento a dar a la especie en el sur del continente americano. En uno de sus párrafos se expresa: “...se considera imprescindible plantear como objetivo general de esta Estrategia lograr la completa erradicación del castor de Patagonia austral. En el sentido operativo de la

estrategia, y con los debidos resguardos sociales y ambientales que tal Estrategia debería tener, se vislumbran tres líneas distintas pero complementarias para el cumplimiento de los objetivos:

- 1) Eliminación de los focos continentales;
- 2) Contingencia, para evitar la reinvasión del sector continental; y
- 3) Erradicación del archipiélago Fueguino”.

Se acordó además, la conformación de un Comité de Gestión (binacional) para la Estrategia de erradicación, encargado del seguimiento de las actividades que se vayan planificando. Y en esta reunión se planteó como próximo paso a seguir en el marco del trabajo binacional y coordinado, la realización de un Taller Internacional, donde se discutiría un Plan de Acción para la erradicación.

En Mayo de 2006 en el marco de la Subcomisión de Medioambiente Argentino Chilena se acordó la cooperación para la organización de la Primer Reunión Técnica Binacional para el manejo del castor que estaba siendo organizada por el Consejo Agrario de Santa Cruz, la Administración de Parques Nacionales y la Dirección de Fauna Nación, Argentina. En efecto esta reunión contó con una amplia participación de organismos Estatales chilenos, con instancias de nivel no sólo local y regional sino Nacional (CONAF; CONAMA; SAG). Por otra parte, esta Reunión contó con la participación de representantes gubernamentales de las provincias de Tierra del Fuego y Santa Cruz, del CONICET así como de WCS Chile.

En dicha Reunión se firmó un Acta Acuerdo entre los representantes de distintos organismos de los Estados Argentino y Chileno y también de ONG. En este Acta se fijó una posición conjunta respecto de la meta final que es la “Erradicación del castor en el sur de América para la recuperación de los ecosistemas templados patagónicos”. El Acuerdo además propone como única manera de resolver el problema que amenaza al continente americano la de trabajar en un Proyecto Binacional cooperativo. Para esto se coincidió en la necesidad de formalizar esta cooperación a través de un instrumento formal que se enmarque en el Tratado de Medio Ambiente firmado por ambos países. Para efectivizar el seguimiento de la Estrategia se conformó un Comité Bi-Nacional por la Erradicación del Castor del Cono Sur, integrado por el amplio espectro de Instituciones presentes en la Reunión Binacional.

Como primeros pasos para la implementación de la Estrategia se resolvió realizar un taller en el que, con el asesoramiento de expertos internacionales, se acordasen las ideas principales de la Estrategia y el Plan de Contingencia para el sector Continental (Parkes et al, 2008). Luego del último taller internacional sobre manejo de castor se delinearon los pasos fundamentales para poder evaluar la factibilidad y poder implementar un Proyecto de Erradicación, en caso de que esto fuera factible. En este sentido, la contribución de un grupo selecto de expertos fue fundamental para reconocer las necesidades de delinear una estrategia binacional para la restauración de los ecosistemas australes afectados por el castor.

En conclusión como pasos principales conducentes a la restauración de la Patagonia austral vía la erradicación del castor americano se acordaron los siguientes:

- Realizar el Estudio de Factibilidad de la erradicación de castores
- Desarrollar el Plan Estratégico Binacional de Erradicación (PEBE), el que necesariamente contendrá el Proyecto de Erradicación del castor americano (*Castor canadensis*) del sur de América del Sur.
- Buscar apoyo técnico, alianzas estratégicas y fondos que permitan la implementación del proceso de erradicación.
- Elaborar un Plan de Contingencia y Acción Temporal orientado a implementar todas aquellas acciones estimadas urgentes en Chile y Argentina que permitieran reducir esta amenaza continental a cero: Acciones para la erradicación del continente, Acciones para la contención de la Invasión en el archipiélago, Acciones de Vigilancia y acción rápida para evitar reinvasiones en continente.

Con este fin se ha comenzado a trabajar a (Parkes et al, 2008) nivel bi-nacional para lograr la restauración de ecosistemas Patagónicos, a través de la erradicación de castores en el sur de Sudamérica. Este Proyecto de Erradicación del castor del cono sur, tiene como objetivo liberar a Patagonia de castores en el año 2015.

En paralelo, como para respaldar el trabajo a nivel internacional y guiar el trabajo binacional se solicito a la Cancillería que, en función de los antecedentes enumerados, arbitre los medios que crea más adecuados para que la Argentina y Chile firmen un instrumento que formalice el compromiso de ambos países en Cooperar para lograr la Erradicación del castor americano (*Castor canadensis*) del Sur de Sudamérica

2.3.5.2 Erradicación de Tierra del Fuego. La erradicación de todo el castor de Sudamérica (Campbell et al, 2008) es posible, pero difícil porque se deberá resolver varios factores en la medida que se desarrolla un plan operacional del proyecto. Para esto de deben considerar aspectos como el avance en el proyecto chileno para eliminar al castor de la Península de Brunswick e Isla Dawson.

Se necesitará además un compromiso de al menos 9 años comenzando el 2008 para alcanzar la erradicación. Se estima que la primera fase para planificar y establecer la infraestructura de erradicación demoraría 2 años. La segunda fase para cubrir toda Tierra del Fuego zona por zona para reducir las poblaciones del castor a casi cero (y declarar erradicación provisoriamente) demoraría 5 años. Una tercera fase de vigilancia activa para confirmar esto o encontrar y matar sobrevivientes requeriría más tiempo, hasta alrededor del 2016 dependiendo de los resultados y el nivel de riesgo que los administradores están preparados para asumir. La vigilancia pasiva o ad hoc continuaría. El costo estimado para la segunda fase es de más de US\$33 millones.

Una gobernabilidad orientada sustancialmente al objetivo y estructura de administración del proyecto será necesaria para entregar los resultados binacionales requeridos para lograr la erradicación. Se estima que se necesitará un personal de unas 60 personas en terreno, 8 en administración del proyecto y personal de manejo operacional, más personal contratado para servicios técnicos como helicópteros.

Técnicamente, se tendrá que desarrollar la capacidad de garantizar la eliminación de 100% de los castores de cada colonia (Parkes et al, 2008). La eliminación a esta escala es totalmente posible y las técnicas para hacerlo son bien conocidas de otros lugares y de control de pequeña escala en Chile y Argentina. Esto requerirá acceso a todas las herramientas de control adecuadas, incluyendo las legales (incluyendo trampas de cebo cuyo uso es actualmente restringido por la regulación de la Unión Europea para la recolección de pieles - y de esta forma con implicancias para la actual industria peletera en Tierra del Fuego), y cambio en todos los niveles de administración desde una perspectiva de “cosecha” o “control” a uno de erradicación. Este último cambio es una necesidad común en otras erradicaciones de gran escala. No es la cantidad de animales muertos la que vale, sino la cantidad de animales que falta por cazar. La capacidad de escalar esta eliminación de colonia por colonia a cuencas completas, zonas de manejo más grande e islas completas. La capacidad de aumentar la escala también es posible, pero tiene muchas incertidumbres y riesgos que tendrían que manejarse. Se incluyen los costos actualmente desconocidos y el esfuerzo para:

- Detectar y matar castores en bajas densidades, es decir, animales que quedan luego del control inicial, o inmigrantes a zonas que se pensaba estaban libres de castor, o castores en el límite de la zona
- El manejo de riesgos de capturar especies no-blanco y la percepción de estos riesgos Asegurar acceso a la tierra con todas las formas de propiedad
- Verificar que el riesgo de liberación de castores a áreas donde se han eliminado sea cero.

2.3.5.3 Control Sostenido. Si la erradicación no es posible, el castor podría (Parkes et al, 2008) ser manejado a perpetuidad mediante una estrategia de control sostenido. Esto requiere un esfuerzo de control inicial para reducir las cantidades de castores a alguna densidad baja (o incluso cero en el lugar en cuestión) seguido por control de mantención periódica para mantener el castor bajo alguna densidad donde sus impactos son tolerables. La comprensión de relaciones entre densidades del castor y su impacto es esencial para determinar qué densidades son “tolerables” y las tasas de recuperación de poblaciones controladas deben conocerse para determinar la frecuencia para aplicar el control de mantención.

Los costos continuos del control sostenido generalmente significan que esta estrategia puede sólo conducirse efectivamente en áreas limitadas. La selección de estas áreas depende de los valores de conservación de las áreas que se han de proteger o el daño económico que se experimenta, es decir los administradores deben fijar prioridades. Si la erradicación no es posible, la estrategia para eliminar castores del territorio continental se convierte en una opción de control sostenido. El objetivo es lograr densidad cero mediante el control continuo para manejar inmigrantes (Fig. N° 16).

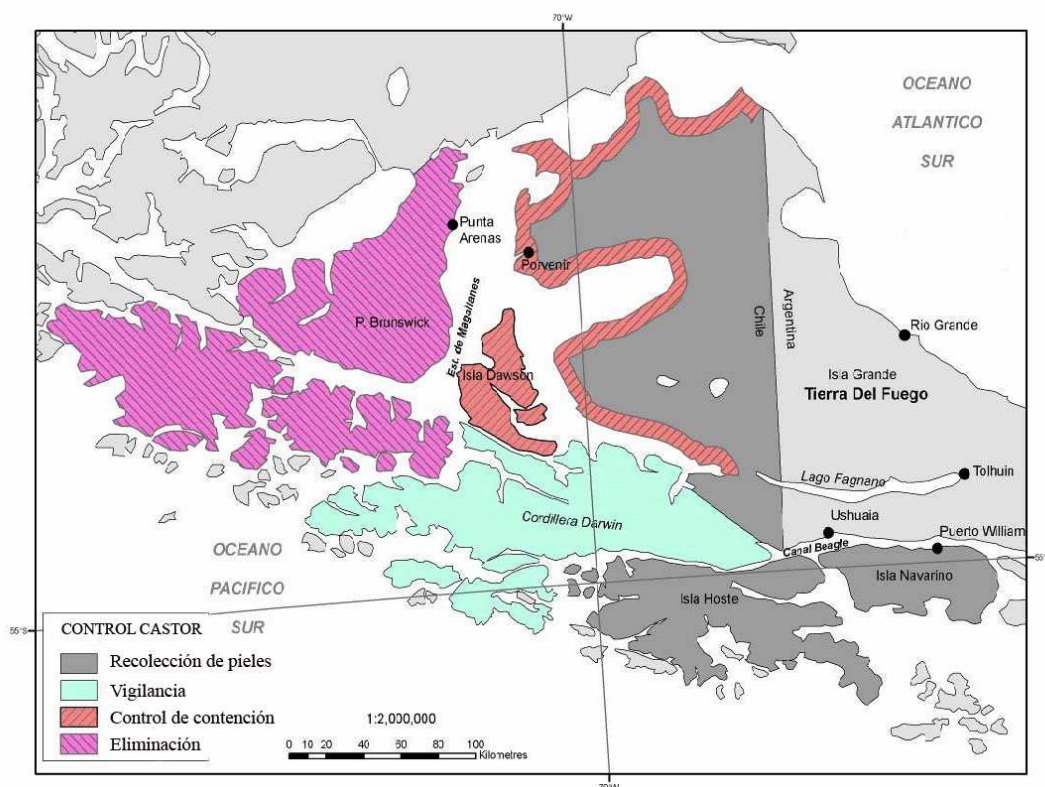


Fig. N° 16. En el mapa anexo se puede ver la planificación del control sostenido de *Castor canadensis*, por zona habitada y la acción a tomar por área geográfica (Parkes et al, 2008).

Sin duda en el mapa anterior se destaca la situación de las poblaciones continentales con prioridad de eliminación, con el motivo obvio de que no se sigan expandiendo hacia el Norte y el cordón de contención en el borde occidental de la isla, para evitar que más individuos crucen el Estrecho hacia el continente.

2.3.5.4 Explotación Comercial. La explotación comercial puede ser vista como (Parkes et al, 2008) un fin en si misma con una recolección sostenida de poblaciones de castor mantenidas para ese propósito, o como una herramienta de control integrada a una estrategia de control sostenida. En si, la explotación comercial de castor no ha sido una herramienta de control efectiva en Tierra del Fuego, en parte porque el esfuerzo se restringe a áreas cercanas a caminos, aunque en estos lugares ella puede aliviar algunos de los problemas que el castor causa a la infraestructura caminera.

Como ya se había mencionado antes, de integrar la recolección comercial con una estrategia de erradicación es discutible. El éxito de la erradicación terminaría con la recolección comercial y no es económicamente racional para que los recolectores hagan el esfuerzo no rentable requerido para matar los últimos castores en un área.

3. COMENTARIOS FINALES

Lo que sucede hoy con el castor ha sucedido en otras oportunidades con otras especies introducidas en un lugar sin haber realizado previamente un estudio de impacto ambiental, aunque es ingenuo pensar que las personas que introdujeron el castor en 1946, en el lado argentino de Tierra del Fuego, hayan tenido alguna noción de ecología moderna o cualquier atisbo de responsabilidad para percatarse del enorme daño que podría producirse a futuro por causa de sus acciones.

El caso es que ahora se ha llegado a una situación extrema, en la que los castores ya han colonizado todos los lugares a su alcance y hasta han llegado a cruzar el Estrecho para colonizar la parte continental de la Patagonia. Lo más dramático, es que los proyectos de cacería que se han llevado a cabo, han demostrado lo inaplicable de la pretensión de uso del animal para aprovechamiento comercial, ya que se trata de volúmenes muy bajos, para entusiasmar a inversionistas peleteros y por otra parte la carne, solo se comercializa de manera aislada como algo exótico y novedoso, pero es posible afirmar que jamás se hará uso de este recurso a gran escala.

Probablemente no es muy estimulante invertir en un recurso que pretende ser eliminado totalmente, pues a primera vista se trataría de un negocio sin futuro. Sin embargo existen muchos recursos no renovables que son fuentes muy cotizadas de inversión y que podrían ponerse de ejemplo para estimular a posibles inversionistas en el aprovechamiento de los productos y subproductos del castor. Es de esperar que esto se logre, porque si las cosas se siguen dando del modo actual, y el interés por invertir no crece, es muy probable que todas las intenciones de uso racional del castor para su control se vean sobrepasadas por la necesidad imperiosa de eliminarlos sin perder más tiempo, ya que la urgencia de proteger el medio ambiente y frenar su expansión, será mas fuerte. Tal vez muy pronto solo sean muertos sistemáticamente y la piezas cobradas, simplemente destruidas.

4. RESUMEN

Los castores introducidos En 1946 en la zona austral han mantenido las costumbres de sus parientes de Norteamérica, pero en su ambiente nativo los efectos sobre el ecosistema son normales e incluso benéficos, ya que los terrenos inundados se convierten en humedales ricos en fauna, y los embalses abandonados se secan y se convierten en llanuras ricas en pasto para los herbívoros, a la vez que el bosque, tiene una capacidad adecuada de recuperación.

No es igual en el ambiente adoptivo patagónico, en donde el bosque no tiene las características necesarias para su recuperación. El daño al parecer es irreversible. Por otra parte la rápida expansión de los castores desde la isla al continente, ha despertado la preocupación de las autoridades, las cuales han establecido planes de cacería de un importante número de estos animales a través de trampas y armas de fuego, buscando controlar su población.

El Servicio Agrícola y Ganadero asegura que de 2004 a 2007, unos 11.700 castores fueron cazados, al tiempo que se ejecutaron proyectos de aprovechamiento del animal desde el punto de vista comercial, buscando incentivar la industria peletera y el consumo de su carne. Lamentablemente no se puede decir que este plan haya sido exitoso, porque debido a las bajas cantidades cazadas, no puede generarse interés en inversionistas ni en mercados internacionales. El aprovechamiento del castor queda entonces relegado a los requerimientos esporádicos y limitados de algunos sectores de la Región.

Es por todo lo anterior que de acuerdo aun convenio binacional firmado por Chile y Argentina, ambos países pretenden trabajar conjuntamente en la erradicación de esta especie y de no ser posible la erradicación, se llevará a cabo un proyecto de control sostenido, hasta llegar en lo posible a una densidad cero, ésta es la etapa actual del problema, habiéndose ya realizado los estudios correspondientes de factibilidad de erradicación, siendo posible de llevar a cabo la eliminación total de los roedores, pero no antes del 2016. Para esto las zonas invadidas se han dividido en áreas de prioridad diferenciada, entre las que destaca la alta prioridad de eliminación total de las colonias más nuevas del continente para evitar su expansión más al Norte de la Patagonia y un área de contención en la costa del Estrecho de Magallanes para evitar que más castores de Tierra del Fuego crucen hacia Chile continental.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON C, GRIFFITH C, ROSEMOND A, ROZZI R, DOLLENZ O.** 2005. The effects of invasive North American beavers on riparian plant communities in Cape Horn, Chile do exotic beavers engineer differently in sub-Antarctic ecosystems? *Biological Conservation* 128: 467-474.
- BALDINI, A., ET AL.** 2008. Impacto del castor (*Castor canadensis*, Rodentia) en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego, Chile. *Revista Bosque (Valdivia)* vol.29 no.2 Valdivia.
- BHAT M., HUFFAKER R., & LENHART S.** 1993. Controlling forest damage by dispersive beaver populations: centralized optimal management strategy. *Ecological Applications* 3: 518 -530.
- CARREÑO SERRANO, J. C.** 2000. Registro Castor 1. Guanajuato, México: Red Escolar. 33.
- DACIUK, J.** 1978. Estado actual de las especies de mamíferos introducidos en la subregión araucana (Rep. Argentina) v grado de coacción ejercido en algunos ecosistemas cordilleranos. *Serv. Nac. Parques : Vac. Publication Tec. XIV (50):* 105-130.
- DÍAZ MARTÍN, D.** 2004. Importancia de los Humedales. Ed. Normal. Madrid.34-37.
- FORSYTH, D. & Duncan R.** 2001. Propagule size and the relative success of exotic ungulate and bird introductions to New Zealand. *The American Naturalist* 157: 583-595.
- FRYXELL, J.** 2001. Habitat suitability and source-sink dynamics of beavers. *Journal of Animal Ecology* 70: 310-316.
- GAGO, I.** 2006. Castor europeo (*Castor fiber*). España: Mediateca Educa Madrid.
- GODOY, J.** 1963. Fauna Silvestre. Cons. Fed.Inves. Eval. Rec. Nat. Argentinos, Buenos Aires 8: 171-172.
- JAKSIC F., AGUSTÍN J., JIMÉNEZ J, & MARTÍNEZ D.** 2002. Invaders without frontiers: cross-border invasions of exotic mammals. *Biological Invasions* 4: 157-173.
- JOHNSTON, C. & NAIMAN, R.** 1987. Boundary dynamics at the aquatic-terrestrial interface: the influence of beaver and geomorphology. *Revista Landscape Ecology* 1: 47-57.

- KNUDSON, G.** 1962. Relationship of beavers to forests, trout and wildlife in Wisconsin. Wisconsin Conservation Department Technical Bulletin 25.
- LATHI, S., HELMINEN, M.** 1972. The changes in the beaver population in Finland. Suomen Rivista 24: 47-51
- LIZARRALDE, M.** 1993. Current status of the introduced beaver (*Castor canadensis*) population in Tierra del Fuego, Argentina. *Ambio* 22: 351-358.
- LIZARRALDE, M., ESCOBAR, J. & DEFERRARI, G.** 2004. Invader species in Argentina: a review about the beaver (*Castor canadensis*) population situation on Tierra del Fuego ecosystem. *Interciencia* 29: 352-355.
- LIZARRALDE, 2007.** Assessing Genetic Variation and Population Structure of Invasive North American beaver (*Castor canadensis* kuhl, 1820) in Tierra del Fuego (Argentina). DOI 10.107/s10530
- MACDONALD, S. & COOK, J.** 2000. *Castor canadensis*. IUCN Red List of Threatened Species.
- MARCONI, P. & BALABUSIC, A.** 1980. Distribución y abundancia del castor en Tierra del Fuego, con especial referencia a su efecto sobre los ecosistemas. Serv. Nac. Parques. Rep. Argentina. Informe 33pp.
- MARKHAM, B.** 1971. Catalogo de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos de la provincia de Magallanes, Chile. Publicación Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, Chile. Serie: monografías N 3: 64 pp.
- MARTÍNEZ, G., LENCINAS M., ESCOBAR, J., QUIROGA, P., MALMIERCA, L. & LIZARRALDE, M.** 2006. Understorey succession in *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego (Argentina) affected by *Castor canadensis*. *Applied Vegetation Science* 9: 143-154.
- MOORE, D.** 1983. Flora of Tierra del Fuego. Anthony Nelson - Missouri Botanical Garden, London, UK. 395 p.
- NAIMAN, R., JOHNSTON, C. & KELLEY, J.** 1988. Alteration of North American streams by beaver. *Revista Bioscience* 38: 753-761
- NOVAK, M.** 1987. Beaver. In: Novak M, Baker JA, Obbard ME, Malloch B eds Wild furbearer management and conservation in North America. Ontario, Canada, Ministry of Natural Resources. Pp. 282-312.
- NUMMI, PETRI.** 2006. Invasive alien species fact sheet invasivas Universidad de Helsinki.

- PARKES, J.** 2006. Does commercial harvesting of introduced wild mammals contribute to their management as conservation pests? In: Allen RB, Lee WG eds. Biological invasions in New Zealand. Ecological Studies 186. Berlin, Heidelberg, Springer. Pp. 407-420.
- PARKES, J., PAULSON, J., DONLAN, C. & CAMPBELL, K.** 2008. Estudio de factibilidad de erradicar el castor americano (*Castor canadensis*) en la Patagonia. Argentina. Bs. As. Buenos Aires. 5-7
- RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F.** 1971. Enciclopedia Salvat de la Fauna. Salvat S.A. Ediciones. Londres. 32-35
- SEGALL, A., ORLOVA, S.** 1961. Appearance of beaver in Karelia. Zool. Z. 40: 1 80-1583.
- SIELFELD, W. & VENEGAS, C.** 1980. Poblamiento e impacto ambiental de *Castor canadensis* kuhl, en isla Navarino, Chile. Anales del Instituto de la Patagonia. Escuela Offset, Tipográfica Salesiana. Santiago. 248-250
- SILVA, C. & SAAVEDRA, B.** 2008. Knowing for controlling: ecological effects of invasive vertebrates in Tierra del Fuego. Revista Chilena de Historia Natural 81: 123-136.
- SILVA, C.** 1927, Zoología. Chile. Imp. y Literatura Universo. Santiago. 39-42
- SINCLAIR, A.** 1996. Mammal populations: fluctuation, regulation, life history theory and their implications for conservation. In: Floyd RB, Sheppard AW eds Frontiers and applications of population ecology. Melbourne, Australia, CSIRO. Pp. 127-154.
- SKEWES, O., GONZÁLEZ, F., RUBILAR, M., QUEZADA, R., OLAVE, R., VARGAS, V. & ÁVILA, A.** 1999. Investigación, aprovechamiento y control del castor en islas Tierra del Fuego y Navarino. Informe Final, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), XII Región. 185
- SMITHSONIAN MUSEUM,** 2008. *Castor canadensis*. En línea
- VERGARA, P. & SCHLATTER, R.** 2004. Magellanic woodpecker (*Campephilus magellanicus*) abundance and foraging in Tierra del Fuego, Chile. Journal of Ornithology 145: 343-351
- WRIGHT, J., GURNEY, S. & JONES, C.** 2004. Patch dynamics in a landscape modified by ecosystem engineers. Oikos 105: 336-348.

6. ANEXOS

6.1 Anexo 1:

Monografía: El castor americano (*Castor canadensis*, Khul). Un caso de especie invasora en la patagonia Chileno –Argentina

Preparado por:
Nicolás Soto Volkart, MV.
Enc.Reg.Recursos Naturales
Renovables. SAG XII Región.

Introducción.

Salvo escasas excepciones, la mayoría de las introducciones de animales han sido desastrosas. Lo importante es considerar que la conducta de una especie animal introducida en un medio extraño es muy poco predecible. En terrenos insulares o semejantes, como Chile, la mayor probabilidad de éxito la tienen las especies introducidas, por sus mejores mecanismos de aclimatación. La modificación del medio ejercida por el hombre favorece a las especies exóticas ya que la resistencia ambiental de los ecosistemas simplificados es mucho menor. Si los ejemplos de introducciones fracasadas son tan numerosos, no parece bueno el favorecer tales acciones, puesto que aún teniendo un casi nulo poder predictivo, los intereses económicos involucrados, harán aparecer como panaceas las más grandes barbaridades (Cattan y Yáñez, 2000).

Probablemente, la única forma que tienen hoy los Centros de responsabilidad -sean estos de escala global (país) o local (regiones, comunas o predios)- de enfrentar de manera exitosa la presencia y efectos de especies invasoras es mediante la investigación e identificación objetiva del problema y, posteriormente, a través del diseño e implementación de programas, planes y proyectos integrados que signifiquen la comprensión y participación de todas las instancias involucradas, especialmente de los Ministerios, Gobiernos Regionales, Servicios Públicos competentes y de las organizaciones de productores del sector privado (SAG, 2003).

Numerosas evidencias demuestran que la introducción de especies alóctonas altera justamente la estabilidad y los equilibrios dinámicos de los procesos al interior del sistema natural (Cattan y Yáñez, 2000). Las especies invasoras cambian las características de la biota y del paisaje, alteran los ciclos de nutrientes, modifican la frecuencia, estacionalidad e intensidad de los regímenes de disturbios, alteran la dinámica de los procesos sedimentarios y cambian los ciclos hidrológicos al tiempo de generar impactos negativos en la salud humana y en las economías locales (Zalba, 2004), pudiendo traducirse en extinción de especies y en la generación de plagas con graves perjuicios económicos. Sin embargo, cabe aclarar que no todas las especies introducidas se convierten en especies invasoras; así,

Williamson (1996) citado por Zalba (2004), define las invasiones biológicas como un fenómeno de baja frecuencia pero de alto impacto.

Cuando una especie es introducida en un medio distinto, debe competir por alimentación, por refugio para reproducirse y por espacio (Cattan y Yáñez, 2000). La fauna de Chile, y de Magallanes en particular, es pobre en riqueza de especies pero muy rica en endemismo (Simonetti et al., 1992). Lo anterior ha implicado la evolución de mecanismos muy especializados para sobrevivir. Cuando entran en competencia con la fauna introducida, generalmente se verá desplazada, si los mecanismos propios de las especies exóticas les confieren límites adaptativos más amplios, es decir, les proporcionan mayor capacidad para enfrentarse a distintas situaciones, a distintos ambientes. Las estrategias de alimentación, de ocupación de territorios, de uso de hábitat serían mucho más eficientes, lo que aseguraría el éxito de los animales foráneos (Cattan y Yáñez, 2000). Al respecto, Lodge (1993) señala que algunas de las características que facilitan la llegada e invasión de nuevos ambientes por las especies invasoras son: alta tasa reproductiva, especies pioneras, generalistas de hábitat y/o dieta, alta capacidad de dispersión, reproducción vegetativa o clonal y asociación con seres humanos. Otras características que favorecen la invasión son la similitud de las condiciones climáticas con aquella de la región de origen de la especie invasora, estados sucesionales tempranos, ausencia de depredadores, parásitos y enfermedades infecciosas que controlen su crecimiento poblacional.

Hay ejemplos de aclimataciones que han causado verdaderos desastres en la agricultura de algunas regiones del globo como el caso del molusco terrestre *Achatina fulica*, (especie de caracol introducido desde África en Ceilán, Malasia, Sumatra, islas Marianas, UAM y otras islas). La introducción más espectacular y controvertida ha sido la de la *rata almizclera* en Europa. Su lugar de origen es América del Norte. En la actualidad este roedor ocupa grandes zonas al norte de Francia y de allí se extiende hasta territorio ex soviético. Otro ejemplo muy claro de los efectos de las introducciones de fauna y flora es Nueva Zelanda con la pérdida patrimonial de 30 millones de hectáreas de suelo y bosque nativo. Estas islas han sufrido el impacto de la acción humana desde 1770, cuando en vista de su pobreza faunística, se inició una serie de experiencias para aclimatar especies. En 1950 se había ensayado 58 mamíferos y 125 especies de aves, logrando aclimatar treinta de cada clase. El ciervo rojo y gamo, la cabra y el cerdo que se asilvestraron y la zarigüeya (*Trichosurus vulpecula*), son algunos ejemplos emblemáticos. En Inglaterra en la década de 1870 se introdujo la ardilla gris (*Sciurus carolinensis*) proveniente de Estados Unidos. En la actualidad se extiende por todo el país, Escocia y algunas zonas en Irlanda. Otro colonizador ha sido nuestro familiar coipo (*Myocastor coypus*). Este roedor fue introducido por los años veinte en las islas británicas, Francia, Holanda, Dinamarca, Alemania y también en Japón.

En Chile existe un registro de, al menos, 14 especies de mamíferos introducidos voluntariamente (Cattan y Yáñez, 2000). Todos estos animales causan algún grado de perturbación en el lugar donde están habitando. Ellos son: castor (*Castor canadensis*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), liebre (*Lepus europaeus*), visón (*Mustela vison*), rata almizclera (*Ondatra zibethica*), ratón de tejado (*Rattus rattus*), rata noruega (*Rattus norvegicus*), ratón casero o laucha (*Mus musculus*), ciervo dama (*Dama dama*), ciervo rojo

(*Cervus elaphus*), jabalí (*Sus scrofa*), muflón (*Ovis ammon*), coatí (*Nasua nasua*) y reno (*Rangifer tarandus*). De estos animales, en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, los 8 primero están presentes en el medio natural y las dos especies de ciervos existen bajo la forma de criaderos en cautiverio (SAG, 2004). A la lista anterior cabe agregar algunos animales domésticos que se han naturalizado (asilvestrado) y que interactúan negativamente con el medio silvestre en Magallanes, destacando al gato (*Felis domesticus*), perro (*Canis familiaris*), bovinos (*Bos taurus*), equinos (*Equus caballus*) y cerdos (*Sus scrofa*).

Sin embargo, entre todos los mamíferos introducidos en Magallanes, es muy probable que sea el castor americano (*Castor canadensis*) quien concentre hoy la mayor preocupación de los investigadores, autoridades y privados, dado el carácter estructural que tienen sus modificaciones a nivel ecosistémico (especie clave), la adaptación demostrada a las condiciones locales, el éxito colonizador como especie invasora, los impactos negativos sobre el ambiente y la economía (realizados y por venir) más la transversalidad y cobertura de sus impactos. A lo anterior cabe agregar una variable socio cultural, dinámica y subjetiva, representada por el comportamiento errático de la comunidad frente a un tema de interés colectivo.

Historia natural de la especie

Los castores surgieron durante el Plioceno, cerca de cinco millones de años atrás (Whitham, 2001). El único género viviente, *Castor*, está representado por dos especies en el Hemisferio Norte: *Castor canadensis* Kuhl (castor americano), en Norteamérica, y *Castor fiber* (castor europeo), en Eurasia. Hasta el Pleistoceno tardío las especies del género *Castor* coexistieron con el castor gigante, del tamaño de un oso negro que se habría extinguido debido a la competencia con *Castor*. Antes de la cacería intensiva por su valiosa piel en los últimos siglos, los castores estaban entre los mamíferos más ampliamente distribuidos y alcanzaban un peso superior a los 40 kilogramos. Su alimento básico en el hábitat original es la corteza interna de especies arbóreas de Salicaceae (álamos y sauces). Las marcas de mordidas en ramas y troncos preservados en sedimentos sugieren que los castores habrían tenido un importante papel en los hábitat acuáticos y terrestres del Hemisferio Norte (Whitham, 2001).

Originario de Canadá, el castor americano ha sido introducido desde comienzos del siglo pasado en diversos países, entre ellos el sur de Argentina (Lizarralde, 1993; Sielfeld y Venegas, 1980; Skewes et al, 1999, Cattán y Yáñez, 2000), abarcando su distribución original, desde la tundra ártica hasta el norte de México (Jenkins y Busher, 1979), con una población que habría oscilado entre los 60 y 400 millones de castores antes que llegaran los inmigrantes europeos a Norteamérica (Whitham, 2001). Si bien en 1900 sobrevivían solo unas pocas colonias dispersas, en la actualidad se han restablecido muchos núcleos, alcanzando entre 6 y 12 millones los individuos en su rango de distribución original.

La biología de *C.canadensis*, su densidad poblacional (Busher et al, 1983), estructura social (Busher, 1987), preferencia de hábitats (Beber y Barret, 1987), alimentación (Jenkins, 1975, 1979; Pinkowski, 1983; Wingley et al, 1983; Basey et al, 1988), ciclo

reproductivo (Brooks et al, 1980; Peterson y Payne, 1986) y dinámica poblacional (Lancia y Visir, 1985), han sido estudiadas extensamente en su hábitat natural (Dames and Moore, 1997; Whitham, 2001). Por tener un marcado efecto sobre las especies bióticas el castor es considerado una “especie clave” y porque es capaz de modificar, mantener o crear hábitat, es considerado un modelo de las especies “ingenieras de ecosistemas” (Jones *et al.*, 1994, citado por Whitham, 2001).

En sus lugares de origen los castores han constituido también una importante fuente de alimentación y pieles para vestido de los indios de América del Norte. Los Osages y los Pawnees tenían divisiones de tribus llamadas Pueblo del Castor, muchas leyendas han relacionado esta especie con la creación del mundo. Hoy, los conservacionistas reconocen que los castores forman parte importante de sus ecosistemas nativos. Adicional al uso y aprovechamiento que hicieran los pueblos originarios –marco de una cultura etnozoológica- es destacable el desarrollo de la industria peletera en el contexto internacional, con incorporación de alto valor agregado a los productos. Adicionalmente, en los hábitats ribereños nativos creados por los castores se desarrolla una rica biodiversidad con importantes efectos en la conservación de las especies nativas (Whitman, 2001).

Descripción y biología

El castor americano es un roedor de gran tamaño, de cuerpo voluminoso y pesado, de pelaje color marrón, pudiendo alcanzar una longitud promedio de 70 cm y un peso de 25 kilos (Cattan y Yáñez, 2000), con un máximo de 120 cm de longitud (Jenkins y Busher, 1979); Con un tamaño promedio de 65cm y un peso de entre 14 y 30 Kg, el castor es actualmente el roedor más grande en el extremo austral de América.

De hábitos semiacuáticos está anatómicamente y fisiológicamente adaptado para la natación, presentando membrana interdigital en sus patas traseras, ojos con membranas nictitante, nariz y orejas valvulares y labios que cierran detrás de los dientes lo que le permite el transporte de ramas durante la natación; posee una poderosa cola escamosa con forma de paleta que la utiliza como remo (Cattan y Yáñez, 2000) y le sirve como reserva lipídica (Novak, 1987). Los labios que se pueden cerrar de sus prominentes incisivos le permiten cortar madera debajo del agua.

El castor es un animal netamente herbívoro que consume muchas especies de plantas acuáticas, hierbas terrestres incluyendo helechos, arbustos y árboles, y diferentes partes de las plantas, tales como flores, hojas, rizomas y cortezas (Jenkins, 1975). A pesar de ser generalista en su alimentación, se ha descrito su conducta de forrajeador óptimo al seleccionar preferentemente árboles de tamaño pequeño en relación a los de mayor tamaño (Basey et al, 1988) a lo que se debe agregar que durante el verano y la primavera el consumo de vegetación herbácea es también importante y la tala de árboles y arbustos es más intensa durante el otoño, cuando el material es trozado y almacenado bajo el agua como reservorio alimenticio invernal en las cercanías de la madriguera (Whitham, 2001).

Se ha demostrado que esta especie, debido a su particular modo de vida, como organismo productor de represas en los ríos y arroyos, ejerce cambios micro-climáticos (Dick y MacArthur, 1993), comunitarios (MacDowell y Naiman, 1986; Beier y Barret, 1987) y en el nivel ecosistémico (Naiman y Melillo, 1984; Naiman et al, 1986; Pastor y Naiman, 1992). Tales estudios han demostrado que los castores alteran la estructura de tamaño de los árboles ribereños y facilitan el cambio de comunidades de invertebrados acuáticos de lénticos a lóticos (MacDowell y Naiman, 1986). A nivel de cambios ecosistémicos, el castor altera la hidrología y geomorfología de los cursos de agua, las vías biogeoquímicas y la productividad comunitaria (Naiman et al, 1986), con impactos directos sobre la biodiversidad.

Whitham (2001), describe la capacidad y mecanismos empleados por los castores para interactuar y transformar drásticamente su entorno, de la siguiente forma:

1. *Inundación* de terrenos que se transforman en humedales debido a la construcción de diques con troncos, ramas, barro y piedras. En condiciones favorables se pueden encontrar hasta 16 diques/Km. Cada dique puede alcanzar 2 m de altura y 600 m de longitud. Los diques son mantenidos por varias generaciones dentro de una colonia de castores, constituida típicamente por 4 a 8 individuos, con una densidad de 0,8 colonias por Km². Estos diques provocan grandes cambios físicos en el ambiente. Naiman (1988), señala que en el norte de Minnesota el número de diques aumentó desde 71 en 1940 a 835 en 1986 a lo largo de una corriente de 300 Km, provocando un incremento desde un 1% a un 13% en la cantidad de sectores de tierras altas transformadas en lagunas y humedales. Además, el 12 a 15% de las tierras altas fue alterada por el ramoneo de los castores. En total, cerca del 25% del paisaje fue modificado por estos ingenieros de ecosistemas.
2. *Alteran los procesos* involucrados en el reciclaje de nutrientes de los ecosistemas al detener el flujo de los cursos de agua y crear un mosaico de hábitat. Un pequeño dique de 4 a 18 m³ de madera puede retener de 2000 a 65000 m³ de sedimento y materia orgánica, que de otra manera se transportaría por los arroyos o ríos. La acumulación de carbono por m² es tres veces mayor en las pozas de los castores que en las corrientes de agua, modificándose así las tasas de descomposición y los ciclos de nutrientes.
3. Las lagunas generadas crean un *nuevo tipo de hábitat*, que mantiene una comunidad acuática diferente con una biomasa entre dos y cinco veces mayor que en los cursos de agua. La modificación sobre las comunidades botánicas terrestres se debe a la alimentación selectiva sobre las especies forestales de álamos y sauces dando paso de esta forma a un dominio de especies forestales y arbustos menos preferidos en una franja de 30m desde la orilla del agua hacia el cerro. De esta forma, Chadde y Kay (1991) documentan la transformación del hábitat ribereño en praderas secas en solo 65 años tras haber erradicado el castor en el Parque Nacional Yellowstone.

Los cambios provocados por los castores en la vegetación afectan a su vez a miles de artrópodos, hongos, aves y mamíferos que se alimentan de plantas. Así, Martinsen et al. (1998) destaca la estrecha relación existente entre los escarabajos desfoliadores y los castores. Los álamos cortados por el castor rebrotan desde el tocón y sus hojas contienen el doble de defensas químicas que un árbol no cortado. Por su parte, el

escarabajo *Chrysomela confluens* en lugar de ser repelido por estas sustancias es atraído hacia el rebrote de crecimiento, secuestra los compuestos tóxicos en su cuerpo y se defiende así de sus depredadores y parásitos. La presencia de estos escarabajos afecta a su vez a otras 90 especies de artrópodos.

Castor en la Región de Magallanes y Antártica Chilena

Introducción e invasión del *Castor canadensis* en las islas Fuego Patagónicas.

En 1946, el Ministerio de Marina de Argentina liberó 25 parejas en la cuenca del Lago Fagnano, en la zona boscosa cordillerana del sector argentino de la Isla Grande Tierra del Fuego (Sielfeld y Venegas, 1980; Lizarralde y Venegas, 2001). Una variedad de factores han permitido que el castor ocupe gran parte de la Isla Grande Tierra del Fuego, así como numerosas islas circundantes (Sielfeld y Venegas, 1980; Lizarralde, 1993; Skewes et al, 1999). Entre tales factores, cabe mencionar la ausencia de depredadores y competidores naturales, el fracaso de la industria peletera (por cuanto no ha sido controlado su tamaño poblacional), la alta capacidad de colonización de esta especie, y la abundancia de hábitat favorables. En menos de 50 años colonizó más del 90% de los ríos de la Isla Tierra del Fuego (Lizarralde, 1993).

Los primeros avistamientos de castor en Chile, fueron hechos en las proximidades del Lago Fagnano en 1967, en la Estancia Lago Fagnano, para iniciar posteriormente una colonización progresiva en sentidos norte y oeste, alcanzando los sectores Timaukel (1972-74), Río Muneta y Río Chico (1974), Marazzi, Calafate, San Sebastián (1979), China Creek (1986), Porvenir, Río del Oro (1990), Puerto Nuevo y Ea. Los Copihues (1995-96) (Skewes et al, 1999) y en tiempos recientes los sectores Río Side, Cerro Sombrero y Estancia Catalina (com. per. del autor), con lo cual se ha documentado la ocupación integral de la isla Tierra del Fuego, respetando patrones particulares de densidades. El castor cruzó la barrera marina del canal de Beagle el año 1962 (Venegas y Sielfeld, 1980). La velocidad de avance varía según el tipo de ambiente fluctuando entre 2,6 y 6,25 Km./año (Skewes et al, 1999).

Hoy ocupa toda la isla Tierra del Fuego, en su parte chilena y argentina, incluyendo las islas próximas; se concentra principalmente en zonas del bosque con drenajes abundantes e intrincados, como fondos de valles y turberas, y disminuye en abundancia hacia zonas esteparias (Lizarralde y Venegas, 2001), razón por la no se descarta que el castor cruce el Estrecho de Magallanes y alcance el extremo continental de Sudamérica, donde puede ocasionar extensas transformaciones en sus ecosistemas forestales.

Estudios realizados

Los principales estudios hechos en Magallanes sobre castor, sus efectos y potencialidades, corresponden a los siguientes autores. Sielfeld y Venegas (1980) evaluaron la densidad poblacional, el uso y preferencias de hábitat más observaciones sobre dieta así como algunas especulaciones sobre su potencial impacto sobre la

regeneración del bosque y sobre la diversidad comunitaria de aves acuáticas en la isla Navarino; Dames & Moore (1997), por su parte, en el área sur de Tierra del Fuego, determinó abundancia y densidad poblacional de castor, uso de hábitat, disponibilidad de recursos en diferentes tipos de bosques, y evaluaron el impacto del castor sobre la estructura y dinámica de los bosques de lenga; Skewes et al, (1999), trabajando en las islas Tierra del Fuego y Navarino, actualizó la información de distribución y abundancia de la especie; estimó los impactos en el ámbito ganadero y forestal, y prospectó las posibilidades de controlar la población a través del aprovechamiento de sus productos; Andrade (2000), por su parte, informa los trabajos realizados en Tierra del Fuego, en el marco de un proyecto productivo desarrollado durante dos años, con análisis de logística y operatoria del proceso de caza y aprovechamiento por parte de trabajadores rurales de la parte chilena de Tierra del Fuego, incluyendo una evaluación cualitativa de los productos generados (pieles, carne y glándulas castóreas).

Resultados de las investigaciones

Abundancia poblacional. Dames & More (1997), encontró valores de 6,1 y 8,5 colonias/Km para los sectores Río Bueno y Vicuña, respectivamente, siendo altos respecto de los informados por Lizarralde (1993), para el lado argentino, con 0,2 a 5,8 colonias/Km (0,7 col./Km² con un promedio de 5 individuos por colonia) , Lizarralde y Venegas, 2001) y a los informados por Skewes et al (1999), con un valor promedio para la parte chilena de Tierra del Fuego que fluctúa entre 0,15; 0,64 y 1,91 colonias/Km de curso de agua, para los sectores norte, centro y sur de la isla, respectivamente, estimando una abundancia total de 41.374 castores. En isla Navarino, Sielfeld y Venegas (1980) estimaron una densidad cercana a 4,2 a 6,7 individuos/Km, lo que correspondería 1 colonia/Km² (Dames & More, 1997), cifra muy cercana a la entregada por Skewes et al (1999), 1,1 col/Km, estimando una abundancia de 19.987 individuos. En el sector argentino de isla Tierra del Fuego (22.000 Km²), existen aproximadamente 50.000 individuos (Lizarralde y Venegas, 2001).

Las diferencias encontradas por los autores citados pueden deberse a los tiempos distintos en que se hizo cada registro y a la diferente presión de caza ejercida (especialmente en el sector argentino, Dames & More, 1997); a lo que cabe agregar las diferencias hidrográficas, de geo-formas y demográficas del castor, en cada sector. Es probable que las densidades informadas estén subdimensionadas producto que se asocian las colonias (diques y castoreras) exclusivamente con los cursos de agua como rutas y hábitat, obviándose las lagunas y turberas como ambientes potenciales (Dames & Moore, 1997).

Sin embargo, las estimaciones de densidad informadas son inferiores a las encontradas en la región subártica canadiense, con 10,6 colonias/Km (Naiman et al, 1986). Asumiendo que las poblaciones del hemisferio pudieran estar más próximas al estado de saturación, se debiera esperar un aumento en la densidad de castores en la parte chilena de la isla Tierra del Fuego (Dames & More, 1997), situación que es coincidente con la proyección hecha por Skewes (1999) al estimar una capacidad de carga (K) de 106.000 individuos para las islas Tierra del Fuego y Navarino, alcanzable entre los años 2008 y 2015, si no se aplican medidas de control.

Uso de hábitat

En Tierra del Fuego, Chile, Skewes et al (1999) identificó los cursos de agua de baja pendiente y vegetación boscosa en ambientes de ecotono estepa-turba-bosque como uno de los sitios preferidos, coincidiendo en esta apreciación con Baier y Barret (1987) al señalar que en el Hemisferio Norte los castores prefieren ambientes con menor pendiente, donde se facilita la inundación y se ofrece mayor protección para la colonia. En tanto Dames & Moore (1997) observa que las zonas atravesadas por chorrillos de tamaño intermedio con caudal rápido serían las más utilizadas por los castores en el sector sur de Tierra del Fuego, Sielfeld y Venegas (1980) destacan una preferencia por el ambiente de turberas en isla Navarino. Esta discrepancia puede deberse a que no se han considerado la disponibilidad relativa de los distintos ambientes (Dames & Moore, 1997). Los sitios no usados por el castor abarcan desde chorrillos con un muy escaso caudal (0,2m de ancho y 10 cm de profundidad) hasta ríos de gran caudal, como Río Cóndor (20m de ancho y 1 m de profundidad), Río Grande, Río Rasmussen (sur Tierra del Fuego), los cuales son escasamente utilizados (Dames & Moore, 1977). Los mismos autores señalan para el sector Río Bueno, un ancho promedio de 10m y una profundidad promedio de 0,8m en los ríos usados versus 1,6m y 0,22m, respectivamente, en los ríos no usados. Lo anterior concuerda con lo observado por Beier y Barret (1987) en el hemisferio norte, siendo los sitios más usados aquellos de 8,1m de ancho en contraste con los no usados, de 1,4m promedio de ancho. Entonces, los castores no utilizan aquellos arroyos de muy escaso caudal ni aquellos que poseen demasiado flujo de agua (Dames & Moore, 1997; Beier y Barret, 1987). El castor utilizaría la disponibilidad de la fuente de agua como criterio principal al momento de elegir un sitio para construir sus diques y no la proximidad a recursos maderables, valiéndose en estos últimos casos de pastos, piedras, barro y vegetación de turberas como materiales de construcción (Dames & Moore, 1997)

Impactos sobre especies, comunidades y ecosistema.

Los ecosistemas forestales de Tierra del Fuego, por su clima riguroso, insularidad y biogeografía, se caracterizan por su fragilidad y lenta recuperación ante cualquier perturbación. El castor ha provocado al menos cinco marcadas alteraciones en estos ecosistemas:

- Destrucción del bosque de ribera y desestabilización del suelo en parte del bosque.
- Alteración del régimen de luz por la apertura de claros.
- Modificación de la estructura de hábitat y de la biota acuática, dominada por algas (Chrysophyta, Cianophyta y Chlorophyta), peces salmónidos introducidos y comunidades de invertebrados típicos de aguas lentas, además de sitios de anidación de aves migratorias.
- Una notable expansión de las áreas húmedas, cambios en el drenaje y en la profundidad de la napa freática.
- Acumulaciones de sedimento y materia orgánica que modifican los principales ciclos de nutrientes en bosques de *Nothofagus* (Lizarralde, et al., 1996).

Sin embargo, dada la colonización reciente del área, el castor aún no alteraría la densidad, riqueza y diversidad de especies leñosas en los ambientes que utiliza (Arroyo et al., 1998). No obstante, es esperable que en el futuro se produzcan extinciones locales y cambios en la dominancia de especies arbóreas, tal como ha ocurrido en el Hemisferio Norte (Beier y Barret, 1987).

Skewes et al (1999) estimaron que la superficie de bosque directamente afectada podría alcanzar 23.500 hectáreas, donde el 87,8% de los árboles afectados muere por inundación y el 12,2% restante lo hace por anillamiento de su corteza; las especies cortadas fueron *Nothofagus antarctica* (ñirre) (72,5%), *N. betuloides* (coigüe) (15,9%) y *N. pumilio* (lenga) (11,5%), encontrándose una regeneración abundante en coigüe, baja a media en ñirre y nula en lenga. Contrastando con esta observación, Dames & Moore (1997) y Arroyo et al. (1998), encontraron que en presencia de diferentes especies de *Nothofagus*, hay clara preferencia por la lenga (*N.pumilio*), siendo el coigüe de Magallanes utilizado en igual proporción a su disponibilidad. El castor muestra preferencias por los árboles de tamaño pequeño, menores a 10 cm DAP, especialmente próximos a los cursos de agua (Dames & Moore, 1997). Las observaciones descritas son coincidentes con las realizadas por Jenkins (1975), Pinkowski (1983), Basey et al. (1988) en el Hemisferio Norte al identificar preferencias por árboles con DAP menores a 7,5 cm, y por Sielfeld y Venegas (1980) en isla Navarino, con preferencias por árboles con DAP menores a 10cm. Al respecto, Dames & Moore (1997) concluyen que el castor mostraría una preferencia más bien por el tamaño que por las especies, siendo un herbívoro generalista, seleccionando taxa a nivel genérico mas que específico (Jenkins, 1975). Cuando el castor selecciona especies, aparentemente lo hace prefiriendo aquellos taxa con alto valor nutricional y bajas concentraciones de compuestos químicos tóxicos (Jenkins, 1975; Basey et al., 1988).

Para los sectores Río Bueno y Vicuña, Dames & Moore (1997), indica un daño equivalente al 29% y 4%, respectivamente, de la superficie, apreciándose una correspondencia entre la superficie afectada con la proporción de chorrillos existentes y la distancia a que se encuentra el árbol dañado mas alejado; así en Río Bueno, para una gran cantidad de chorrillos la distancia entre el borde del agua y el árbol dañado más lejano es de 64m, en tanto, que en Vicuña, se da una menor proporción de chorrillos con una distancia máxima de 29m. Los mismos autores señalan que en la zonas ribereñas, los castores utilizan entre un 25% a un 75% de los árboles, dependiendo probablemente de la densidad poblacional en los distintos sectores.

Al preferir los árboles jóvenes, los castores sesgarían la distribución de tamaños de las especies arbóreas, lo que determinaría una predominancia de individuos adultos, lo que podría retardar e incluso impedir la regeneración de los bosques afectados por castores y especialmente los ambientes ribereños boscosos (Arroyo et al., 1998). En los sitios abandonados hay un aumento notorio en el reclutamiento de plántulas, siendo positivo el balance para el coigüe de Magallanes y negativo para la lenga, apreciándose en este último caso un incremento competitivo a favor de especies herbáceas (Dames & Moore, 1997). El incremento en la profundidad de hojarasca en los ambientes abandonados provocaría alteraciones en la composición del suelo, determinando cambios a nivel

ecosistémico, específicamente en el ciclo de nutrientes, lo que se ha demostrado en el hemisferio Norte (Pastor y Naiman, 1992).

Consecuente con lo indicado, un efecto muy importante en la interacción entre el castor y el manejo forestal en la Isla Tierra del Fuego, es que los sitios con explotación (corte de protección) muestran una mayor oferta potencial de árboles de pequeño tamaño en comparación con los bosques no intervenidos (Dames & Moore, 1997), a lo que cabe agregar como factor de preocupación que los impactos más fuertes del castor se observan en aquellos bosques que normalmente serían dejados para propósitos de protección a lo largo de los cursos de agua (Arroyo et al., 1998).

Skewes et al. (1999) encontró además, constante actividad erosiva en las riberas y quebradas de las cuencas ocupadas por castores, estimando en 60m³ el material removido para una represa. Otro efecto, escasamente evaluado en la patagonia, se podría observar en los cursos naturales de agua, afectándose negativamente a los peces nativos e introducidos con modificación, además, de la fauna de insectos acuáticos (MacDowell y Naiman, 1986, citado por Dames & Moore, 1997).

Impactos en la producción

El 62,5% de los ganaderos de Tierra del Fuego identifican impactos negativos asociados a la presencia del castor; los daños se concentran entre diciembre y mayo de cada año y están representados a través de la exclusión de áreas de pastoreo, el entorpecimiento de arreos del ganado y la muerte de animales que caen en zonas anegadas (Skewes et al, 1999), a lo que cabe agregar pérdidas de infraestructura predial debida al debilitamiento y posterior caída de cercos, puentes, tranqueras y otras más el taponamiento o destrucción de alcantarillados y caminos. Los métodos de control empleados no son específicos ni tecnificados, empleándose por un 25% las armas de fuego (Skewes et al, 1999). El autor concluye que si bien la ganadería está siendo afectada, no es un problema generalizado.

Para 1999, los daños por pérdida de bosque y recursos primarios fueron estimados en US \$ 1.850.000 con 8.342 has. dañadas directamente, 70% de las cuáles son áreas forestales y menos del 5% de uso ganadero. De no hacer nada, las pérdidas proyectadas en un horizonte de 80 años, alcanzan los U\$\$ 2.223.017 considerando los sectores ganadero y forestal (Skewes et al, 1999).

Los impactos en el sector turismo cabe evaluarlos en dos planos. En forma inmediata el castor y sus hábitos (construcción de diques, madrigueras, natación en superficie, efectos de roeduras en árboles) constituye por sí mismo un atractivo de interés para visitantes, teniendo entonces un carácter de recurso. En el contexto “paisaje”, los efectos de la especie son detrimentales y progresivos a lo largo del tiempo, representado por la muerte de extensas superficies de bosque a lo largo de las cuencas hidrográficas con apariencia de bosques quemados y erosionados, los que en el largo plazo podrán dar origen a cambios en la cubierta vegetal remplazando el bosque por estratos arbustivo herbáceo.

Como efectos positivos se ha descrito que la presencia de castores en las islas Tierra del Fuego y Navarino, al aumentar las áreas inundadas, favorecen a la fauna aviar asociada a ambientes lénticos (Sielfeld y Venegas, 1980; Dames & Moore, 1997; Skewes et al, 1999), observándose al menos 17 especies de aves. De ellas, 9 usan preferentemente los ambientes acuáticos (golondrinas, huairavo, pato real, pato jergón chico y grande, pato juarjual, cormorán, caiquén y canquén). Otras, aprovechan la disponibilidad de mayor cantidad de perchas generadas al aumentar la proporción de árboles secos, destacando entre estas cernícalo (Dames & Moore, 1997), bandurrias (*Theristicus melanopis*), caranchos y tiuques (com.per.del autor). Estas observaciones concuerdan con lo encontrado en el Hemisferio Norte, donde los ambientes ocupados por castores favorecen la presencia e incluso reproducción de especies anseriformes (Renouf, 1972).

Las acciones realizadas para controlar y aprovechar el castor

- En 1999 el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, del Ministerio de Agricultura de Chile, gestionó la ejecución del estudio “Control y Aprovechamiento del Castor en las Islas Tierra del Fuego y Navarino”, financiado en conjunto con el GORE y ejecutado por la Universidad de Concepción e Infor (Skewes et al, 1999). El proyecto permitió cuantificar el tamaño y la distribución de la población en ambas islas, evaluó los impactos negativos y positivos asociados y realizó un perfil económico de su aprovechamiento.
- Tras la ejecución del estudio se observó la siguiente reacción:
 - Incurción de un inversionista privado en la región por gestionar la caza y aprovechamiento del castor en Tierra del Fuego. Esto significó la importación de 300 trampas de Canadá, la capacitación de personal en técnicas de trampeo y la operación irregular durante las temporadas que le han seguido
 - Presentación, aprobación y ejecución de un segundo proyecto con financiamiento de la Corporación de Fomento del Desarrollo, CORFO (FONTEC), por parte del mismo inversionista, titulado “Investigación de la caza y uso integral del castor en isla Tierra del Fuego”
 - Organización de un grupo de ganaderos interesados en implementar una red de proveedores tendiente a desarrollar el recurso. Esta gestión estaba liderada por un consultor privado y no ha prosperado.
 - En forma paralela el sector gastronómico encabezado por dos o tres restaurantes y la escuela de Inacap han incursionado en el aprovechamiento de la carne con la preparación y oferta de distintos platos preparados (com.per. Chef Sr. Luís González y Lilian Riquelme). Igual situación se está dando en isla Navarino donde, además el producto se ha incorporado gradualmente en la dieta de la población (com. per. Sr. Eduardo Barros, Gobernador Prov.Antártica).

Al momento de postular una solución el SAG XII Región asumió las siguientes premisas: (i) la población de castores está establecida, es densa y con amplia distribución; (ii) la experiencia y los antecedentes señalan que un programa de erradicación es difícil de lograr técnicamente y demanda una gran inversión, (iii) los impactos ambientales negativos se acompañan de costos incrementales crecientes por lo que las medidas de solución no pueden esperar, y finalmente, (iv) la solución debe ser efectiva, eficiente y sostenible (SAG, 2004).

Con dicho marco el SAG consiguió el financiamiento del Fondo para el Desarrollo de Magallanes (Fondema - Gore) de un proyecto que procura regular las densidades de las especies de fauna dañina mediante el fomento de la caza y el aprovechamiento de los distintos productos. La operatoria considera entre otras, un registro de cuadrillas de caza, definición de áreas con distintos usos, priorización y asignación de zonas de extracción, apoyo logístico a operaciones de terreno, adquisición y concesión de trampas, capacitación a tramperos, artesanos y sector gastronómico; definición y vigilancia de áreas críticas en continente, programa de contingencia y programa de difusión (SAG, 2004).

Comentario Final.

El objetivo del Gobierno Nacional de Argentina al introducir el castor fue importar una especie de alto valor para su aprovechamiento como recurso natural. Los resultados demuestran que la introducción de especies exóticas representan un alto riesgo para la preservación de la biodiversidad (Lizarralde y Venegas, 2001).

La Comisión Científica Independiente que trabajó en el estudio de impacto ambiental del proyecto forestal Río Cóndor, en el sur de Tierra del Fuego, concluyen recomendando que los castores deberían ser erradicados de los bosques de la propiedad Río Cóndor (Arroyo et al., 1998).

Las alteraciones estudiadas en Tierra del Fuego son comparables a las ocasionadas por el castor en el Hemisferio Norte. En la actualidad, el castor y los cambios provocados en el entorno, son un componente indisoluble del paisaje y su evolución en Tierra del Fuego representa un modelo ideal para el estudio de los procesos de colonización de especies invasoras. Curiosamente, la población de castores de Tierra del Fuego, está geográficamente aislada, de manera que su endogamia y aislamiento genético son datos importantes para estudiar procesos evolutivos asociados al “efecto fundador”, derivado de la introducción de un pequeño número de individuos (Lizarralde et al., en preparación, citado por Lizarralde y Venegas, 2001).

Los beneficios del Programa de control y aprovechamiento de fauna dañina, instaurado recientemente por el SAG y que incluye las especies castor, visón, rata almizclera, zorro gris en Tierra del Fuego, conejos, perros y cerdos asilvestrados, trascienden los beneficios económicos inmediatos e individuales, se expresan mediante la recuperación y vitalidad del ecosistema, especialmente de las especies de fauna nativa. El esfuerzo, sin dudas es multisectorial, cabiéndole al sector público y privado un compromiso ineludible en sus respectivas competencias y ámbitos de acción. Un análisis económico simple indica que la relación establecida entre las pérdidas acumuladas por no hacer nada versus el costo de las acciones de control se acerca a 1:0,57. Toda acción complementaria que signifique la generación de ingresos marginales aumentará dicha relación (SAG, 2004).

LITERATURA CITADA Y CONSULTADA

- ANDRADE B., SERGIO G. (2000). Investigación de la caza y uso integral del castor en Tierra del Fuego. Preparado para Crecelan Ltda. Informe Final Proyecto FONTEC Código 99-1700. 75pp.
- ARROYO, M.T.K.; DONOSO, C.; MURUA, R.F.; PISANO, E.SCHLATTER & SEREY, I. 1998. Toward an ecologically sustainable Forestry Project. Concepts, analysis and recommendations. Protecting biodiversity and ecosystem processes in The Río Cándor Project – Tierra del Fuego.
- BASEY, J.M.; S.H. JENKINS Y P.E. BUSER (1988). Optimal central place foraging by beavers: tree-size selection in relation to defensive chemicals of quaking aspen. *Oecología* 76:278-282.
- BEIER P.Y R.H. BARRET (1987). Beaver habitat use and impact in Truckee River Basin, California. *Journal of Wildlife Management* 51:794-799.
- BROOKS, R.P.; M.W. FLEMING Y J.J. KENNELLY (1980). Beaver colony response to fertility control: evaluating a concept. *Journal of Wildlife Management* 44:568-575.
- CAIRNCROSS, F. (1996). *Ecología S.A. Cómo ganar dinero sin destruir el medio ambiente*. Ecoespaña Editorial. 229 pp.
- CAMPOS H (1986). *Mamíferos terrestres de Chile*. Colecc. Naturaleza de Chile vol 5. Conaf & M. Cuneo Ediciones. Valdivia. 248 pp.
- CATTAN, P.A. & J. YAÑEZ (2000). *Mamíferos exóticos en Chile*. En: Muñoz, P.A. y Yañez V, J. *Mamíferos de Chile*. Valdivia, Chile. CEA Ediciones.
- COLOWELL R.K. (1989). Humminbirds of the Juan Fernández Islands: Natural history, evolution and population status. *Ibis* 131: 548 – 566.
- CHADEE, S.W. Y C.E.KAY. (1999). “Tall willow communities on Yellowstone’s northern range: a test of the natural regulation paradigm. Citado por Whitham, T.G. (2001).
- DAMES AND MOORE GROUP COMPANY. (1997). Estudio de Impacto Ambiental "Proyecto Río Cándor" - Forestal Trillium Ltda.
- IPINZA.J. (1969). Lista de roedores autóctonos e introducidos en Chile. *Noticiario Mensual del Museo Nacional Historia Natural (Chile)* 159: 6- 11.
- JAKSIC, F. (1997). *Ecología de los vertebrados de Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile. 262 pp.
- JAKSIC, F. & J.YÁNEZ (1983). Rabbit and fox introductions in Tierra del Fuego: History and assessment of the attempts at biological Conservation 26: 367- 374.
- JENKINS, S.H. (1975). Food selection by beavers. *Oecología* 21:157-173.
- JENKINS .S.H. (1979). Seasonal and year to year differences in food selection by beavers. *Oecología* 44:112-116.
- JENKINS, S.H. P.E. BUSER (1979). *Castor canadensis*. *Mammalian species* 120:1-8.
- LANCIA, R.A. Y J.W. BISHIR. (1985) Mortality rates of beaver in Newfoundland a comment. *Journal of Wildlife Management* 49:879-881.
- LEVER, C. 1994. Naturalized animals: The ecology of successfully introduced species. 353pp.
- LIZARRALDE, M. (1993) Current status of the introduced beaver (*castor canadensis*) population in Tierra del Fuego, Argentina. *Ambio* 22:351-358.

- LIZARRALDE M.S. Y C. VENEGAS (2001) Recuadro VII.2.a. El Castor: un ingeniero exótico en las tierras más australes del planeta. En: PRIMACK ET AL (2001) Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica, México. 797pp.
- McDOWELL, D.M. Y R.J. NAIMAN (1986). Structure and function of a benthic invertebrate stream community as influenced by beaver (*Castor canadensis*). *Oecologia* 68:481-489.
- MUÑOZ, P. Y YAÑEZ, J. (Editores). (2000). Mamíferos de Chile. CEA Ediciones. 455pp.
- NAIMAN, P. Y J.M. MELILLO (1984). Nitrogen budget of a subarticstream altered by beaver (*Castor canadensis*). *Oecologia* 62:150-155.
- NAIMAN, R.J.; J.M. MELILLO Y J.E. HOBBIÉ (1986). Ecosystem alteration of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*). *Ecology* 67:1254-1269.
- PASTOR, J. Y R.J. NAIMAN (1992). Selective foraging and ecosystem process in boreal forest. *The American Naturalist* 139:690-705.
- PETERSON, R.P. Y N.F.PAYNE. (1986). Productivity, size, age, and sex structure of nuisance beaver colonies in Wisconsin. *Journal of Wildlife Management* 50:265-268.
- PETTERSON, B. (1993). A gigantic long term task. A search for sustainable Forestry. The Swedish View. Stockholm, Annual publication of the Swedish Pulp and Paper Association. Pp.39-41.
- PINKOWSKI, B. (1983). Foraging behavior of beaver in North Dakota. *Journal of Mammology*. 64:312-314.
- PRIMACK, R., ROZZI, R., FEISINGER, P. Y MASARDO, F. 2001. VII. Especies exóticas, enfermedades y sobreexplotación. En: PRIMACK, R.; R.ROZZI; P.FEISINGER; R.DIRZO Y F.MASSARDO. (2001). Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica, México. 797pp.
- RENOUF, R.N. (1972). Waterfowl utilization of beaver ponds in New Brunswick. *Journal of Wildlife Management*: 740-745.
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO, SAG. Ley 19.473/1996, de Caza, y DS 05/98 Reglamento de la Ley de Caza, 84pp.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO – GOBIERNO REGIONAL DE MAGALLANES Y ANTARTICA CHILENA, FONDEMA. (2003). Programa Control de fauna dañina en la XII Región, 2004-2006. 45pp.
- SKEWES, O.; D. GONZALEZ; R. OLAVE. (1999). Investigación, aprovechamiento y Control del Castor (*Castor canadensis*) en las islas Tierra del Fuego y Navarino. Unidad Técnica Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. Financiamiento Gobierno Regional, Magallanes y Antártica Chilena. 200pp.
- SIELFELD, W. Y C. VENEGAS. (1980). Doblamiento e impacto ambiental del Castor canadensis Kuhl en la isla Navarino, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia* 11:247-257.
- SIMONETTI JA, MTK ARROYO, A SPOTORNO & ELOSADA. (ed) (1992). Hacia el conocimiento de la diversidad biológica en Chile. En: G.Halffter (eds) La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Pp:253-270. *Acta Zoológica Mexicana*.
- SOTO, N. Y GROSS, P. 1999. Región de Magallanes y sus Recursos Naturales Renovables. Cartilla Informativa del Servicio Agrícola y Ganadero XII Región. 25pp.

- SOTO, N. (2001). Estimación del impacto de la fauna silvestre en la producción agropecuaria de Magallanes. Encuesta de Opinión al Sector Ganadero de la XII Región. Informe Técnico SAG. 26pp. (Informe Técnico SAG)
- SOTO, N. (2001). Propuesta de una Estrategia Regional para la recuperación, manejo, control y puesta en valor de la fauna silvestre en el medio silvoagropecuario de Magallanes. (Borrador documento SAG XII Región), 40pp.
- TEXERA W (1972). Distribución y diversidad de mamíferos y aves en la provincia de Magallanes: I. Análisis preliminar de la diversidad ecológica y variación taxonómica. Anales del Instituto de la Patagonia (Punta Arenas) 3: 171- 200.
- WHITHAM, T.G. (2001) Recuadro VII.2.b. Los Castores como ingenieros de ecosistemas en sus hábitats nativos. En: PRIMACK ET AL (2001) Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica, México. 797pp.
- WINGLEY, T.B.; T.H. ROBERTS Y D.A. ARNER. (1983) Reproductive characteristics of beaver in Mississippi. Wildlife Management 47:1172-1177.
- ZALBA, S.M. (2004). Invasiones biológicas: impacto, ecología y manejo. En: I Maestría en biología de la conservación. 2004. Módulo No Presencial. Universidad Internacional de Andalucía. Sede Iberoamericana Santa María de La Rábida. Pp 38-53.