

## Características geomorfológicas de ríos de montaña colonizados por *Castor canadensis* en Tierra del Fuego, Argentina

A CORONATO<sup>1,2</sup> ✉, J ESCOBAR<sup>1</sup>, C MALLEA<sup>2</sup>, C ROIG<sup>1,2</sup> & M LIZARRALDE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Austral de Investigaciones Científicas-CONICET, Ushuaia, ARGENTINA.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Ushuaia, Ushuaia, ARGENTINA.

**RESUMEN.** Se estudió la geomorfología de una cuenca de montaña de los Andes Fueguinos colonizada por *Castor canadensis*, con el objeto de detectar los aspectos físicos de los ríos ocupados por esta especie introducida. Se aplicaron métodos cartográficos, de análisis geomorfológico, de análisis morfométrico de cuencas y de seguimiento de la colonización a lo largo del tiempo. Estos últimos se realizaron en la totalidad de la cuenca mediante muestreos en el terreno, aerofotogramétricos y aéreos en época otoñal. Los cursos colonizados por *Castor canadensis* se distribuyen uniformemente en la cuenca con distinto tipo de ocupación y de continuidad espacial. Hubo una mayor frecuencia de selección de los ríos de primer y segundo orden, y con gradiente de 0-6°. Los ríos de mayor orden son ocupados en sus cauces secundarios y estacionalmente. La margen norte de la cuenca tiene mayor desarrollo areal, mayor densidad de drenaje, mayor número de cursos de agua y, por lo tanto, ofrece mayores posibilidades de ocupación. Los ríos que drenan las unidades geomorfológicas denominadas "valles colgantes laterales" presentan mayor ocupación espacial que los ríos que drenan las unidades "frentes de ladera". Los parámetros de selección de hábitat determinados en este estudio resultan semejantes a los hallados para esta especie en el Hemisferio Norte. [Palabras claves: cuenca hídrica, geomorfología, Tierra del Fuego.]

**Abstract. Geomorphological characteristics of mountain watershed rivers colonized by *Castor canadensis* in Tierra del Fuego, Argentina.** The geomorphology of a Fuegian Andes watershed colonized by the introduced species *Castor canadensis* has been analyzed. The main objective was to distinguish the physical conditions of the occupied streams. Geomorphological analysis and mapping techniques were applied; also, colonization monitoring surveys in the entire watershed was made through terrestrial and aerophotogrametrical methods. Were made aerial surveys during the autumn. Streams of first and second order and low gradient (0-6°) were those chosen by *Castor canadensis* for settlement. The higher-order streams were seasonally occupied, but restricted only to their secondary landforms. The northern part of the watershed is larger in size, drainage density and stream numbers; therefore, it offers more settlement possibilities. The rivers of the lateral hanging valleys were more densely occupied than those of the slope units. Several of the conditions of rivers for *Castor canadensis* settlement observed in Tierra del Fuego were similar to those observed in the Northern Hemisphere. [Keywords: watershed, geomorphology, Tierra del Fuego.]

## INTRODUCCIÓN

La especie *Castor canadensis* fue introducida en Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina, en el año 1946, desde Canadá. En las tres últimas décadas alcanzó una amplia distribución, colonizando el 98% de las cuencas de este territorio insular (Lizarralde 1993). Los aspectos ambientales que favorecieron la adaptación de esta especie en el bosque de Tierra del Fuego fueron las condiciones climáticas, la ausencia de depredadores y de competidores y la disponibilidad de abundantes cursos de agua. Las actividades de la especie provocan variaciones en la forma de los cauces, alteración de las planicies de inundación por creación de estanques y colmatación de sedimentos, además del deterioro, anegamiento y muerte de bosques de ribera y, también, la generación de nuevos hábitats (Lizarralde et al. 1996).

Mientras que los estudios previos sobre *Castor canadensis* se han basado en aspectos biológicos y ecológicos, se conoce poco de los aspectos físicos (geomorfológicos, hidrológicos, geoquímicos) de los ecosistemas colonizados por el castor en Tierra del Fuego. Este trabajo tiene por objetivo identificar las características geomorfológicas de los ríos colonizados por *Castor canadensis* en una cuenca de montaña representativa (río Lasifashaj; Figura 1).

Los componentes de los ecosistemas fluviales funcionan de manera integrada como una red de procesos físico-químicos distribuidos en una porción de superficie terrestre definida como cuenca hídrica. Dado que en ésta se producen notables variaciones de su naturaleza física, desde hace pocos años los ecosistemas fluviales comenzaron a ser analizados bajo una óptica más integral (el concepto del continuo: "the river continuum concept"), la cual sugiere que un río es un continuo de procesos que

no pueden ser aislados unos de otros (Naiman & Sedell 1981; Naiman et al. 1988). De acuerdo a ello, para analizar las características de colonización del castor fue necesario emplear un método que considerara la distribución espacial actual y pasada de su población a escala regional, de forma tal que sus resultados puedan ser extrapolados a otras cuencas de características semejantes. Dado que las cuencas son consideradas unidades básicas de planificación del espacio físico, la información aportada por este estudio resultará de utilidad para la definición de nuevas pautas de manejo integrado.

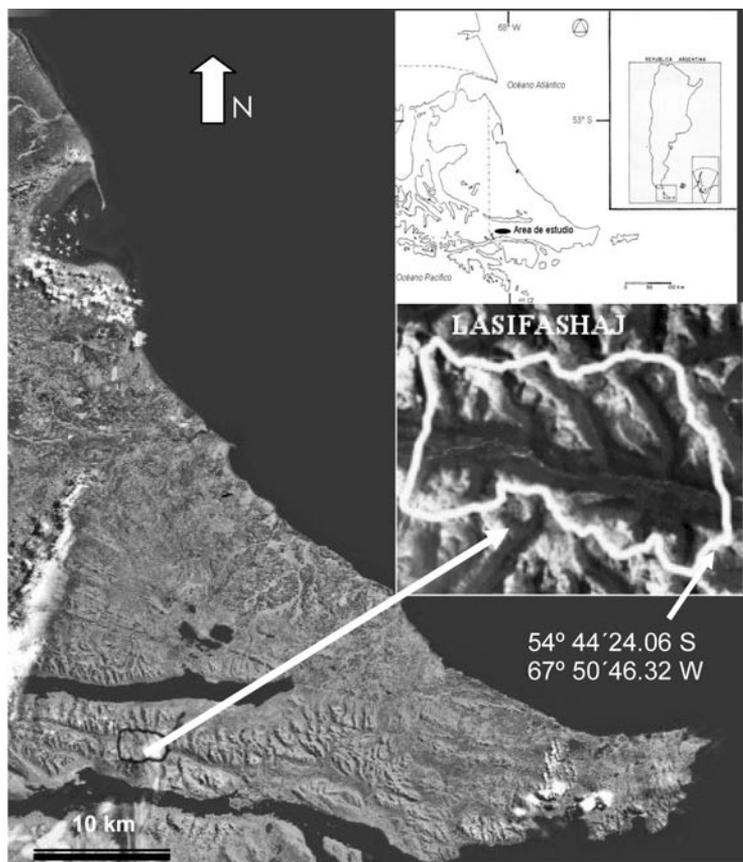
## ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo se desarrolló en la cuenca superior del río Lasifashaj, localizada entre los 54°39'S-54°47'S y entre los 67°50'O-68°8'O, en el sector andino de la provincia de Tierra del Fuego, Argentina (Figura 1). La divisoria de aguas está conformada por las cumbres de las sierras de Alvear por el norte, las sierras de Sorondo por el sur y por un conjunto morénico de fondo de valle por el oeste. El río Lasifashaj, colector de la cuenca, desemboca en la bahía Brown, en el canal Beagle, ubicada a 43 km al este del límite del área estudiada. La línea de cumbres se encuentra entre 1114-800 m.s.n.m., mientras que el fondo de valle se ubica entre 280-120 m.s.n.m. El sustrato rocoso corresponde a rocas volcánicas del Jurásico Superior (Olivero & Martinioni 1996) y a rocas metamórficas del Cretácico Inferior (Caminos et al. 1981; Olivero et al. 1999). El eje del valle Lasifashaj tiene rumbo O-E y se corresponde con un lineamiento tectónicamente activo.

El clima de la región es templado-frío húmedo (Köppen 1936). Las temperaturas están condicionadas por factores como la latitud, la diferencia en insolación a lo largo del año, la inversión del gradiente térmico altitudinal y el aumento de la

amplitud térmica diaria y estacional. Estos factores determinan valores promedio anuales de  $3.6^{\circ}\text{C}$ , con promedios de verano de  $9.5^{\circ}\text{C}$  y promedios de invierno de  $-2^{\circ}\text{C}$  (Iturraspe et al. 1989). Los suelos se congelan entre mayo y septiembre hasta una profundidad de 60 cm, especialmente en las áreas anegadas y turbosas. Las precipitaciones anuales son de 560 mm y están condicionadas por la barrera orográfica que forman las sierras Alvear y Sorondo, las cuales producen el bloqueo, ascenso y condensación del aire húmedo proveniente del S y SO. Los vientos predominantes son del cuadrante O-SO, son regulares a lo largo del año y tienen una intensidad promedio de 20 km/h. Las intensidades máximas (100 km/h) se alcanzan a comienzos del verano.

La cuenca hídrica tiene un régimen nivo-pluvial, con escurrimiento regulado por la nieve estacional, almacenamiento en acumulaciones detríticas gruesas, turberas y aportes glaciarios (Iturraspe & Urciuolo 1998; Iturraspe et al. 1998). La recarga nival y las lluvias estacionales aportan el caudal de base hasta el mes de marzo. Las crecidas someras son producto de la fusión nival en los inicios de la primavera, mientras que las crecidas de mayor magnitud se producen entre octubre y diciembre, coincidiendo con el incremento de la intensidad de la radiación solar, horas de luz, superficie insolada, frecuencia e intensidad de vientos y precipitaciones pluviales de alta frecuencia y baja intensidad. El caudal promedio estimado del río colector es



**Figura 1.** Ubicación de la cuenca superior del río Lasifashaj en Tierra del Fuego. Las coordenadas geográficas corresponden al punto de desembocadura de la porción de cuenca analizada.

**Figure 1.** Location of the Lasifashaj river upper watershed in Tierra del Fuego. The geographic coordinates indicate the lower section of the studied portion of the watershed.

de 465 L/s en la zona de nacientes y de 3.838 L/s en el punto más bajo del área estudiada. Para este sector, el caudal de crecida estimado para un tiempo de recurrencia de 50 años es de 64.117 L/s (i.e., 16.7 veces mayor). Las crecidas son contenidas en los cauces abandonados, meandros de gran amplitud y barras aluviales que conforman la planicie de inundación (Coronato & Roig 1997).

La vegetación dominante en la cuenca es el Bosque Deciduo (Moore 1983) o Bosque Mixto Magallánico (Pisano 1977) en las laderas y las riberas, y el Desierto Altoandino en las tierras altas, sobre los 600 m.s.n.m. Predominan las especies caducifolias *Nothofagus pumilio* (lenga) y *Nothofagus antarctica* (ñire), encontrándose en menor medida el bosque perenne de *Nothofagus betuloides* (guindo). En los sectores bajos y anegadizos se desarrollan turberas de musgos del género *Sphagnum* y juncáceas del género *Carex*. La fauna de mamíferos silvestres tiene un alto componente de especies exóticas (65%), entre ellas el visón americano (*Mustela vison*), el conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*), la rata almizclera (*Ondatra zibethicus*), el zorro gris (*Dusicyon griseus*) y el castor (*Castor canadensis*), de notorias características invasoras y con un crecimiento poblacional explosivo en todo el archipiélago magallánico (Lizarralde & Escobar 2000).

## MÉTODOS

Se aplicó el análisis geomorfológico tradicional y, luego, el método de análisis cuantitativo de cuencas formulado por Horton (1945) y modificado por Strahler (1964) para la obtención de parámetros como orden, número, longitud y gradiente de los cursos de agua. Con esta información se elaboraron mapas temáticos sobre orden de jerarquía de los cursos, subcuencas e interfluvios y estado de la colonización de la especie,

entendiendo por ésta a la presencia actual opasada de individuos en un determinado lugar. La cartografía topográfica de base utilizada fue elaborada en el año 1999 por la Dirección de Sistemas de Información Geográfica de la provincia de Tierra del Fuego, a escala 1:50000, modificada a 1:25000 y denominadas hojas "Tierra Mayor" y "Rancho Hambre". El análisis aerofotogramétrico se realizó a escala 1:23000, sobre pares estereoscópicos de las corridas 11, 12, 13 y 14 de la Brigada Aérea de Paraná, del año 1988.

Los cursos de agua transitorios de primer orden se trazaron siguiendo las reglas de interpretación de curvas de nivel, con corroboración por fotointerpretación y trabajo de campo. El diseño de la red de drenaje según el orden de jerarquía de los ríos siguió las reglas de Horton (1945), quien expresó que la confluencia de dos cursos de agua de un mismo orden da origen a un curso de agua de orden inmediato superior, mientras que la confluencia de dos cursos de agua de diferente orden da origen a un curso de agua de igual orden que el mayor. La longitud de los ríos se midió utilizando un escalímetro digital y la superficie de las subcuencas mediante el programa Arc View 3.1. Se formó una base de datos a partir de la cual se realizó el análisis estadístico mediante el programa Excel 2000.

La información geomorfológica básica se obtuvo del trabajo previo de Coronato & Roig (1997).

El trabajo de campo consistió en el relevamiento terrestre y aéreo de la cuenca, identificando el sistema de drenaje y los sitios de impacto generados por el castor a lo largo de los ríos de las subcuencas y del valle principal. Se utilizó un equipo Garmin 12 para localizar geográficamente los sitios colonizados y un distanciómetro Sonin 250™ para el conteo y la determinación de las áreas impactadas. Los vuelos se

realizaron con mayor detalle en las áreas altas, de más difícil acceso, durante los meses de otoño, a fin de identificar las madrigueras activas y estimar el número de colonias. Para complementar la información fueron utilizados datos de monitoreos y trabajos previos (Lizarralde 1993; Lizarralde et al. 1996). El análisis aerofotogramétrico permitió corroborar y analizar la dinámica de ocupación de la especie y determinar sus sitios de impacto, diferenciándolos por la presencia de: (1) dique con madriguera, (2) dique sin madriguera, (3) madriguera sin dique, y (4) sobre ribera (sin dique ni madriguera). En cada caso, se consideró su ubicación de acuerdo al orden del río en la cuenca.

La cuenca se encuadra en la clase "D" del sistema de clasificación de áreas para manejo del castor (Lizarralde 1993). Esta clase abarca densidades de 4-5 sitios de colonias por kilómetro e incluye las áreas más productivas para la especie.

## RESULTADOS

### *Caracterización geomorfológica y morfo-métrica de la cuenca*

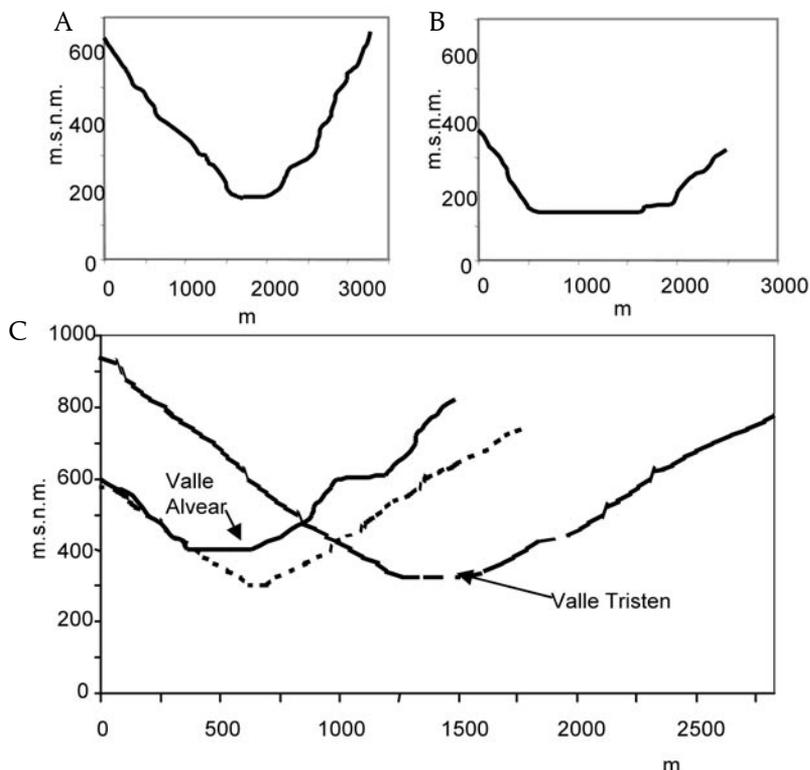
La cuenca superior del río Lasifashaj tiene un relieve de montaña fuertemente influenciado por procesos tectónicos, glaciares, de remoción en masa y fluviales. El área estudiada fue englazada en reiteradas oportunidades durante el último millón de años, especialmente durante el último máximo glacial ocurrido hace 24000 años (Coronato & Roig 1997).

Tres unidades geomorfológicas principales configuran el sector estudiado de la cuenca: (1) el "fondo de valle principal", por donde fluye el río Lasifashaj, (2) los "valles laterales de altura", por donde fluyen ríos tributarios al río principal, y (3) los "frentes de ladera", de fuerte pendiente y que

separan a los valles laterales entre sí.

El perfil transversal del valle del Lasifashaj muestra la típica forma de los valles glaciares, consistente en laderas irregulares de fuerte pendiente y fondos de valle amplios y planos (Figura 2). Debido a procesos de erosión diferencial, los valles de origen glacial tienen sectores estrechos en los que se produce encajonamiento y erosión fluvial (Figura 2A), y sectores muy amplios en relación con el tamaño de cauce y el caudal (Figura 2B), en los que se originan geoformas de acumulación fluvial. La topografía casi plana del fondo de valle en estos sectores amplios es una condición heredada de procesos de acumulación glacial o glacialacustre del pasado que posibilita que un mismo río presente tramos con diseño y gradiente muy diferentes entre sí. Las turberas extensas y profundas, que ocupan el fondo de valle y le otorgan a éste una topografía plana, son producto de la colmatación y colonización vegetal de antiguos lagos glaciares generados como consecuencia del retiro general del hielo, hace unos 9000 años (Coronato & Roig 1997). Los valles laterales de altura tienen un perfil transversal que también refleja la potencia erosiva de los glaciares tributarios (Figura 2C). Los ríos que por ellos fluyen tienen perfiles longitudinales irregulares (Figura 3), con desniveles que forman saltos y planicies de altura con lagos, de lo cual se infiere una alta capacidad erosiva a lo largo de toda su extensión (Figuras 3A y 3B). El río Vega Café fluye por un fondo de valle agrado, por lo cual desarrolla un perfil longitudinal más suavizado, semejante al perfil del río Lasifashaj en su tramo superior (Figura 3C). Este último tiene un gradiente muy bajo a pesar de tratarse de la sección alta de la cuenca, debido a su condición de río disminuido.

La superficie estudiada corresponde al 56% de la superficie total de la cuenca del río Lasifashaj (156.97 km<sup>2</sup>). En este



**Figura 2.** Perfil transversal del valle glacial del río Lasifashaj aguas arriba (A), aguas abajo (B) y perfil de los valles laterales de altura (C), Tierra del Fuego. La ubicación de los valles se observa en la Figura 4.

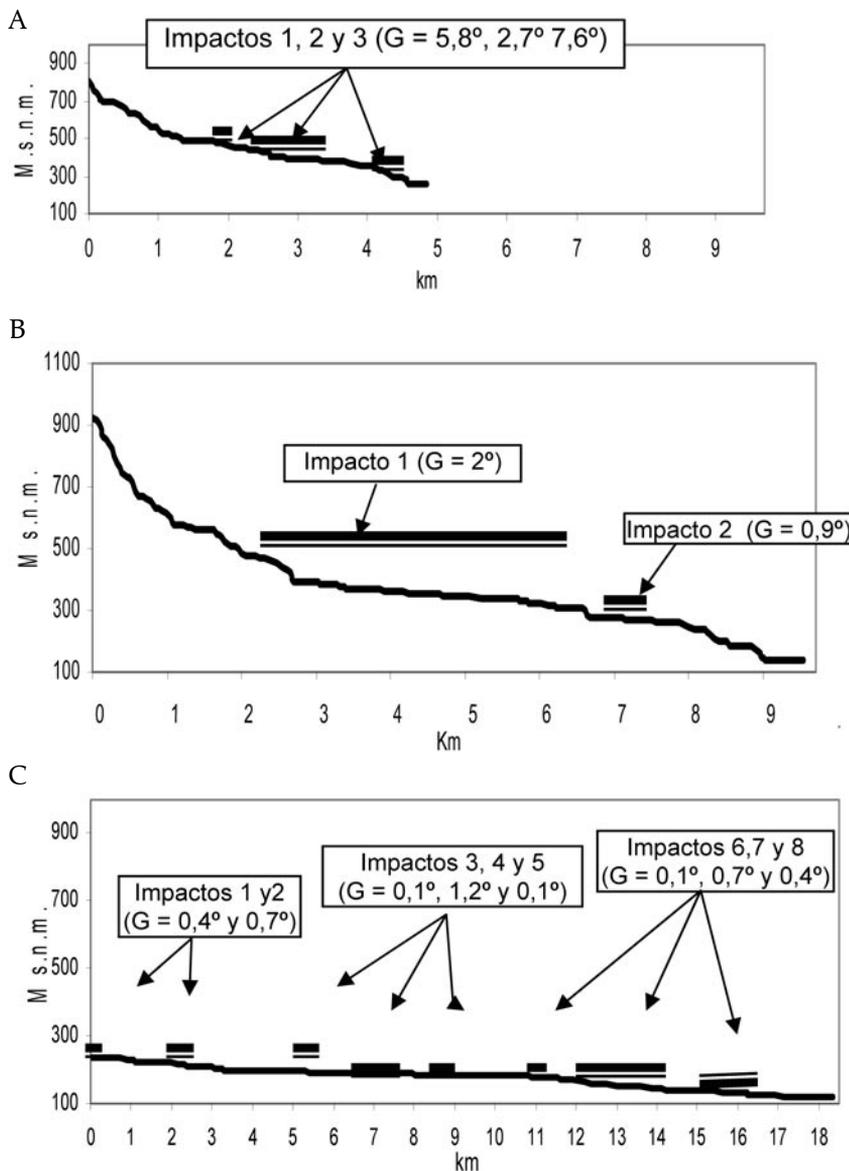
**Figure 2.** Transversal profile of the Lasifashaj river glacial valley in two sections (A, B), and transversal profile of lateral high valleys (C), Tierra del Fuego. The valley locations can be observed in Figure 4.

sector, la cuenca está integrada por el río colector, cuyo orden de jerarquía varía de 4 a 6, y por cursos afluentes de orden 1 a 5. El número de ríos se incrementa de acuerdo a la disminución del orden de jerarquía (Tabla 1). El orden de jerarquía mayor (6) corresponde a un tramo de 2.5 km de cauce del río Lasifashaj. Existe una preponderancia de ríos con órdenes de jerarquía bajos, comprendiendo el 95.8% de la totalidad de la red de drenaje. El alto número de cursos de primer orden se debe a procesos de escurrimiento por fusión del manto nival, almacenado en superficie durante 4-6 meses.

La densidad de drenaje total es 4.35 km/km<sup>2</sup>; para la margen norte es de 4.6 km/km<sup>2</sup> y para la margen sur de 3.92 km/km<sup>2</sup>. El número de ríos y la densidad

de drenaje es mayor en la margen norte de la cuenca, lo cual puede atribuirse a la incidencia de las precipitaciones orográficas sobre estas laderas y al retardo en el escurrimiento del manto nival por su condición de umbría.

El diseño de drenaje es de tipo enrejado, con confluencias perpendiculares a los ríos principales, escasa ramificación y con un alto control estructural del sistema de fracturas del sustrato rocoso. La cuenca está integrada por 99 subcuencas y 101 áreas de interfluvio. Las subcuencas formadas en los valles tributarios tienen ríos colectores de cuarto orden en un 75%. En cambio, las subcuencas de las unidades geomorfológicas "frente de ladera" tienen colectores de primer orden en un 54%, muchos de ellos temporarios



**Figura 3.** Perfil longitudinal de ríos colonizados por *Castor canadensis* en la cuenca superior del río Lasifashaj, Tierra del Fuego. Se presenta el gradiente total del río (G) y de los tramos fluviales impactados.

**Figure 3.** Longitudinal profile of rivers colonized by *Castor canadensis* in the Lasifashaj river upper watershed, Tierra del Fuego. The gradient of the occupied channel segments (G) is showed.

y destinados al escurrimiento encauzado de la fusión nival entre octubre y diciembre; las mejor desarrolladas tienen colectores de segundo orden en un 34% y de tercer orden en un 12%. Estas últimas tienen una red de drenaje permanente, de diseño dendrítico y con ríos de mayor

longitud. Los caudales estimados en cauces de segundo a quinto orden varían entre 19.8-31.9 L.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup> (Iturraspe et al. 1998).

Los gradientes de los ríos varían según la morfología de su emplazamiento: (1) 0-3° en el río principal, (2) 6.3-7.5° en los ríos

colectores de valles tributarios, y (3) 5-55° en los ríos en frente de ladera (Figura 3). Las mayores frecuencias de gradientes se concentran en los intervalos 12.1-15° y 30.1-33°, revelando que la cuenca presenta un estadio joven de evolución con tendencia a la erosión y rebajamiento del paisaje.

#### *Caracterización geomorfológica de los ríos colonizados por *Castor canadensis**

*Castor canadensis* coloniza ríos de variado orden, gradiente y ancho de valle, y no coloniza aquellos que drenan los frentes de ladera. En la Figura 4 y la Tabla 2 se muestran la distribución espacial de la especie en la cuenca y la proporción de los ríos ocupados. Debido a que la margen norte posee una mayor disponibilidad de cursos de agua, los datos sugieren la existencia de un mayor número de sitios potenciales de ocupación.

La frecuencia de ocupación disminuye a medida que aumenta el orden de los ríos ( $R^2 = 0.98$ ), registrándose la más alta para los de primer y segundo orden (Figura 5). Estos ríos son los más pequeños del sistema de drenaje, sus cauces son angostos y tienen poca profundidad. La ocupación en forma de diques con o sin madrigueras en los cauces secundarios del río colector se vuelve continua a lo largo del orden 5 (Figura 4). En este tramo el río tiene un diseño meandroso, por lo cual las máximas velocidades de la corriente y el poder erosivo se concentran en sus caras externas, donde existe mayor profundidad y asimetría del cauce. La condición óptima de ancho de cauce observada en otras cuencas colonizadas por esta especie es de 3-4 m (Suzuki & McComb 1998). Probablemente debido a estas últimas características geomorfológicas, la especie ocupa preferentemente los cauces secundarios y meandros abandonados. Esta situación coincide con la observada en ríos del Hemisferio Norte (Naiman et al. 1988).

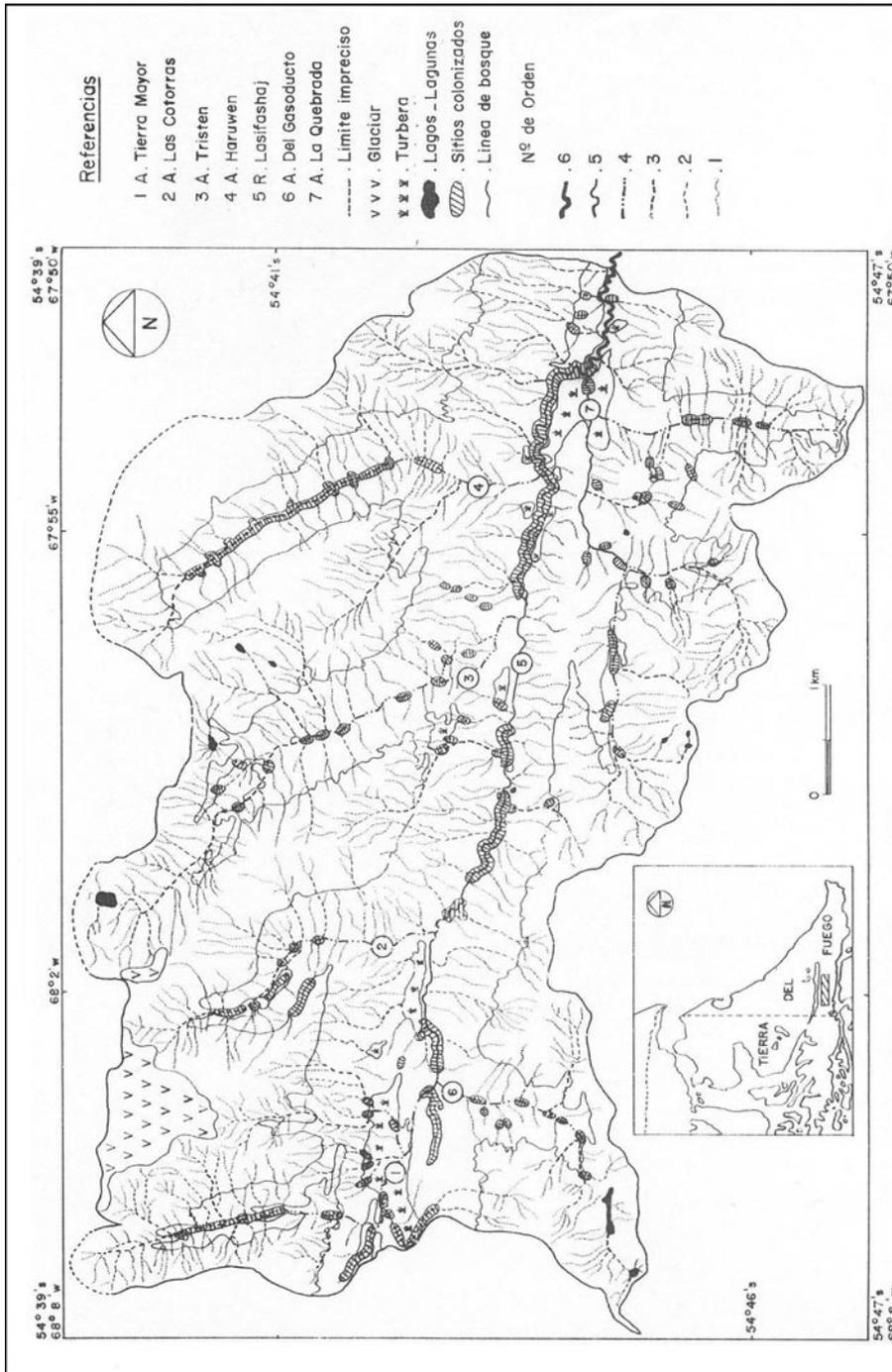
**Tabla 1.** Número de ríos (y porcentaje entre paréntesis) de la cuenca superior del río Lasifashaj, Tierra del Fuego, según su orden de jerarquía. No se incluye el río colector de la cuenca.

**Table 1.** Number (and percentage, between brackets) of rivers in the Lasifashaj river upper watershed, Tierra del Fuego, according to order. Watershed's main river is not included.

| Orden | Margen norte | Margen sur | Total       |
|-------|--------------|------------|-------------|
| 1     | 679 (52.1)   | 336 (25.8) | 1015 (77.9) |
| 2     | 158 (12.1)   | 76 (5.8)   | 234 (17.9)  |
| 3     | 25 (1.9)     | 18 (1.4)   | 43 (3.3)    |
| 4     | 5 (0.4)      | 4 (0.3)    | 9 (0.7)     |
| 5     | 0 (0)        | 1 (0.1)    | 1 (0.1)     |

A partir del orden 6 la ocupación es de dos tipos: las madrigueras abandonadas se distribuyen en forma continua y los diques con madrigueras en forma discontinua. Estos últimos son de uso temporario por las fluctuaciones del caudal a lo largo del año hidrológico. La construcción de pequeños embalses en arroyos temporarios sugiere que el escaso caudal no es un factor limitante; por el contrario, se ha observado que en cursos con caudales superiores a 3500 L/s solo utilizan los márgenes para la construcción de madrigueras y la vegetación ribereña como alimento.

En los ríos tributarios la ocupación es continua solo en dos colectores de subcuenca de tercer y cuarto orden, como el río Haruwen (Figuras 3 y 4). La mayor frecuencia de impactos de colonización ocurre en gradientes de 0-6° (Figura 6). La ocupación continua en los ríos de primer y segundo orden es poco frecuente y solo se observa en: (1) ríos de fondo de valle, de escasa longitud y bajo gradiente, (2) confluencias entre colectores de subcuenca y principal, y (3) arroyos temporarios que drenan turberas (Figura 4). En todos estos casos el gradiente bajo favorece la construcción de embalses. Estudios similares en América del Norte también indican que



**Figura 4.** Red de drenaje, según su orden de jerarquía, y distribución de los sitios ocupados por *Castor canadensis* en la cuenca superior del río Lasifashaj, Tierra del Fuego. Los círculos con números indican los nombres de los cursos de agua.

**Figure 4.** Drainage network, according to order, and distribution of rivers colonized by *Castor canadensis* in the Lasifashaj river upper watershed, Tierra del Fuego. The circles indicate river names.

**Tabla 2.** Número de ríos ocupados por *Castor canadensis*, su porcentaje del total de ríos de la cuenca (1302) y su porcentaje del total de ríos para cada orden, según su orden de jerarquía, en la cuenca superior del río Lasifashaj, Tierra del Fuego.

**Table 2.** Number of rivers occupied by *Castor canadensis*, its percentage related to the entire watershed number of rivers (1302) and its percentage related to the sum of each order, according to order, in the Lasifashaj river upper watershed, Tierra del Fuego.

| Orden | Número de ríos | Margen norte          |                                 | Margen sur     |                       |
|-------|----------------|-----------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|
|       |                | % (respecto al total) | % (respecto al total del orden) | Número de ríos | % (respecto al total) |
| 1     | 17             | 1.30                  | 2.5                             | 10             | 0.76                  |
| 2     | 14             | 1.07                  | 8.8                             | 10             | 0.76                  |
| 3     | 8              | 0.61                  | 32.0                            | 5              | 0.38                  |
| 4     | 4              | 0.30                  | 80.0                            | 3              | 0.23                  |
| 5     | 0              | 0                     | 0                               | 1              | 0.07                  |

los ríos de primer y segundo orden con bajo gradiente tienen un alto índice de preferencia por la especie (Gotie & Jenks 1984; Suzuki & McComb 1998).

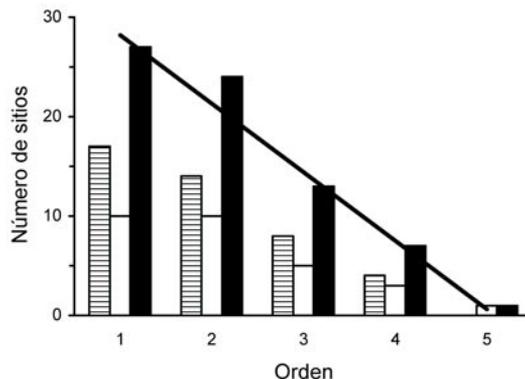
## DISCUSIÓN

Este estudio permite sugerir consideraciones vinculadas a la invasión de la especie introducida *Castor canadensis* en la cuenca superior del río Lasifashaj, considerada una de las más productivas de la especie en la Isla Grande de Tierra del Fuego.

*Castor canadensis* se distribuye uniformemente en el valle principal y en los valles laterales de altura, aunque la configuración geomorfológica y el mayor número de ríos en la margen norte facilitan las posibilidades de invasión. Coincidiendo con Johnston & Naiman (1987), la morfología del fondo de valle condiciona la forma de los embalses del castor y la modificación ambiental de su periferia. Se observa que los embalses construidos en amplios fondos de valle, aluviales o de turberas, tienen una mayor superficie que los embalses construidos en los ríos tributarios, como así también un mayor radio de impacto en su periferia.

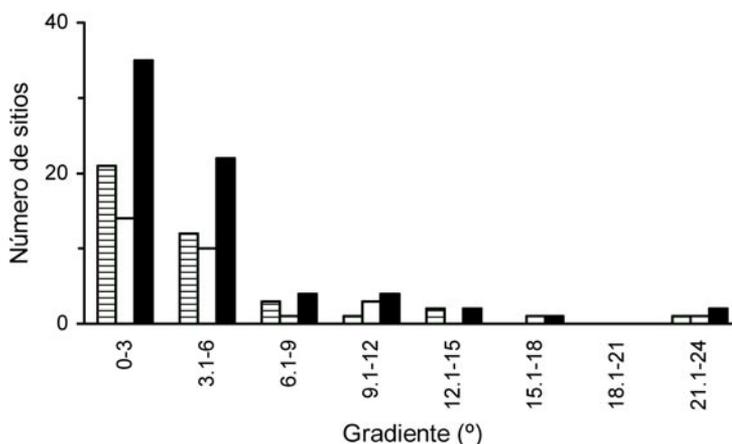
Los ríos de primer y segundo orden tienen una mayor frecuencia de

ocupación, la que resulta inversamente proporcional al incremento del orden de jerarquía de los ríos. No se observó una relación directa entre gradientes y frecuencia de ocupación. Ésta presenta los mayores valores entre 0-6° y no fue observada en gradientes superiores a 24°. No es posible distinguir si ello se debe a



**Figura 5.** Número de sitios ocupados por *Castor canadensis*, según su orden de jerarquía, en el margen norte (barras rayadas), en el margen sur (barras blancas) y en el total de la cuenca (barras negras), en la cuenca superior del río Lasifashaj, Tierra del Fuego. La línea indica la relación entre variables para el total de la cuenca ( $y = -6.9x + 35.1$ ;  $R^2 = 0.9772$ ).

**Figure 5.** Number of sites occupied by *Castor canadensis*, according to order, in the northern margin (striped bars), in the southern margin (white bars), and in the entire watershed (black bars), in the Lasifashaj river upper watershed, Tierra del Fuego. Solid line indicates the relationship between variables for the entire watershed ( $y = -6.9x + 35.1$ ;  $R^2 = 0.9772$ ).



**Figura 6.** Número de sitios ocupados por *Castor canadensis*, según su gradiente, en el margen norte (barras rayadas), en el margen sur (barras blancas) y en el total de la cuenca (barras negras), en la cuenca superior del río Lasifashaj, Tierra del Fuego.

**Figure 6.** Number of sites occupied by *Castor canadensis*, according to stream gradients, in the northern margin (striped bars), in the southern margin (white bars), and in the entire watershed (black bars), in the Lasifashaj river upper watershed, Tierra del Fuego.

un condicionante geomorfológico o a una disminución de la capacidad de invasión por factores intrínsecos de la población.

Los ríos con las características mencionadas más arriba predominan en los valles laterales de altura y en el valle principal, y por ello estos sectores de la cuenca son los que preferentemente ocupa la especie. Los canales secundarios y meandros abandonados del curso colector, geformas impuestas por su diseño meandroso, condicionan una forma de ocupación estacional, que progresivamente se transforma de discontinua a continua.

Este estudio muestra que la especie presenta un patrón de ocupación de ríos semejante al que presenta en su ecosistema nativo, pero aún existen interrogantes que deberán ser respondidos mediante estudios de tipo hidrológico, forestal y poblacional. De esta forma será posible realizar un diagnóstico integral sobre las características de invasión que *Castor canadensis* presenta en un ecosistema alóctono, información necesaria para reformular las pautas de manejo de esta especie introducida.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por el PI 300/01-CIUNPAT otorgado a Andrea Coronato y fue realizado gracias al apoyo logístico-institucional de CADIC-CONICET, Ushuaia. Se agradece al Sr. Miguel Barbagallo (CADIC) por su colaboración en la preparación de mapas y al Departamento de Sistemas de Información Geográfica de la Subsecretaría de Planeamiento de la Provincia de Tierra del Fuego por la provisión de la cartografía de base. El Aeroclub Ushuaia facilitó la realización de los monitoreos aéreos. Los evaluadores anónimos aportaron valiosas sugerencias que mejoraron notablemente este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAMINOS, R; M HALLER; O LAPIDO; A LIZUAIN; R PAGE & V. RAMOS. 1981. Reconocimiento geológico de los Andes Fueguinos. Territorio Nacional de Tierra del Fuego. Pp. 758-786 en: *Actas VIII Congreso Geológico Argentino. Vol. 3.* San Luis.
- CORONATO, A & C ROIG. 1997. Caracterización

- geomorfológica de los valles Tierra Mayor y Río Olivia. Pp. 13-20 en: R Sarandón (ed). *Evaluación ambiental regional de la normativa de usos para los valles Tierra Mayor y Río Olivia. Análisis de los aspectos de fragilidad ecológica*. Consejo Federal de Inversiones, Secretaría de Planeamiento de la Provincia de Tierra del Fuego.
- GOTIE, R & D JENKS. 1984. Assessment of the use of wetlands inventory maps for determining potential beaver habitat. *New York Fish Game J.* **31**:54-62.
- HORTON, R. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydro-physical approach to quantitative geomorphology. *Geol. Soc. Am. Bull.* **56**:275-370.
- ITURRASPE, R; M GAVIÑO NOVILLO & A URCIUOLO. 1998. Caracterización hidrológica de los valles de Tierra Mayor y Carbajal, Tierra del Fuego. Pp. 147-156 en: *Anales XVII Congreso Nacional del Agua y II Simposio del Cono Sur*. Santa Fe.
- ITURRASPE, R; R SOTTINI; C SCHROEDER & J ESCOBAR. 1989. *Hidrología y variables climáticas del Territorio de Tierra del Fuego. Información Básica*. Contribución Científica N°7, CADIC-CONICET. Ushuaia.
- ITURRASPE, R & A URCIUOLO. 1998. Análisis cuantitativo de los efectos de la temperatura sobre la variabilidad del escurrimiento en la época invernal en cursos de la Cordillera Fueguina. Pp. 137-146 en: *Anales XVII Congreso Nacional del Agua y II Simposio del Cono Sur*. Vol. 1. Santa Fe.
- JOHNSTON, C & R NAIMAN. 1987. Boundary dynamics at the aquatic-terrestrial interface: the influence of beaver and geomorphology. *Landscape Ecol.* **1**:47-57.
- KÖPPEN, W. 1936. Das geographische system der klimate. Pp. 1-44 en: W Köppen & Geiger (eds). *Hansbuch der klimatologie*. Verlag von gebruder Borntraeger. Berlín.
- LIZARRALDE, M. 1993. Current status of the introduced beaver (*Castor canadensis*) population in Tierra del Fuego, Argentina. *Ambio* **22**:351-358.
- LIZARRALDE MS; GA DEFERRARI; SE ALVAREZ & JM ESCOBAR. 1996. Effects of beaver (*Castor canadensis*) on the nutrient dynamics of the Southern Beech forest of Tierra del Fuego (Argentina). *Ecología Austral* **6**:101-105.
- LIZARRALDE, M & J ESCOBAR. 2000. Mamíferos exóticos en la Tierra del Fuego. *Ciencia Hoy* **10**:52-63.
- MOORE, DM. 1983. *Flora of the Tierra del Fuego*. Anthony Nelson. Shropshire.
- NAIMAN, R; H DESCAMPS; J PASTOR & C JOHNSTON. 1988. The potential importance of boundaries to fluvial ecosystems. *J. N. Am. Benthol. Soc.* **7**:289-306.
- NAIMAN, R & J SEDELL. 1981. Stream ecosystem research in a watershed perspective. *Ver. Int. Verein. Limnol.* **21**:804-811.
- OLIVERO, E & D MARTINIONI. 1996. Sedimentología de las formaciones Lemaire y Yahgan (Jurásico-Cretácico) en Tierra del Fuego. Pp. 45-49 en: *Actas XIII Congreso Geológico*. Vol. 2. Buenos Aires.
- OLIVERO, E; D MARTINIONI; N MALUMIÁN & S PALAMARCZUCK. 1999. Bosquejo geológico de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Pp. 291-294 en: *Actas XIV Congreso Geológico Argentino*. Vol. 1. Salta.
- PISANO, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia Chilena y comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. *Anales del Instituto de la Patagonia* **8**:121-250.
- STRAHLER, A. 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. Pp. 4-76 en: V Chow (ed). *Handbook of applied hydrology*. McGraw-Hill. Nueva York.
- SUZUKI, N & W McCOMB. 1998. Habitat classification models for Beaver (*Castor canadensis*) in the streams of the central Oregon coast range. *Northwest Sci.* **72**:102-110.