

Flujo de materiales en un ecosistema: Proposición para el área Chungará

Materials flux within an ecosystem: Proposition for the Chungará area

I. SEREY

Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias,
Universidad de Chile

A general compartment model of interactions between principal components of Chungará natural system is developed. A matrix model for transfer functions of materials within the system is defined.

INTRODUCCION

La ruptura del aislamiento geográfico del altiplano chileno determinó que esta región del territorio quede expuesta a agentes de transformación, tanto de sus ecosistemas naturales como de la cultura de las comunidades aymara hablantes que lo habitan.

El Programa MAB-6 —El hombre y los ecosistemas de montaña— sirvió de base para una serie de investigaciones sobre el ambiente natural y las poblaciones humanas, orientadas a conocer sus características. Así, se realizaron investigaciones en la Herpetofauna, Ictiofauna, Vegetación y algunos aspectos socioculturales (Valencia *et al.*, 1982; Arratia, 1982; Villagrán *et al.*, 1982; Castro, 1982).

La presión de uso sobre los recursos hídricos y energéticos por parte de la sociedad mayor llevó a la canalización del río Lauca. Esta presión continúa acentuándose por el incremento de la población litoral, especialmente sobre los recursos hídricos, para asegurar la producción agrícola y el empleo que ésta genera con el consiguiente beneficio socioeconómico.

Estas necesidades de la sociedad mayor pueden diversificarse y aumentar sobre los recursos que ya están en uso, lo cual puede tener consecuencias diversas y complejas en los ecosistemas andinos y las poblaciones humanas presentes en la zona. De este modo se hace necesario desarrollar un modelo de funcionamiento del área del lago Chungará, que integre

los aspectos más fundamentales de los ecosistemas allí representados.

DESARROLLO DEL MODELO

Para realizar un estudio del área Chungará como una unidad, donde existen diferentes componentes y distintos usos, se intenta establecer un modelo ecosistémico que permita cuantificar algunas de las principales interacciones entre los componentes bióticos, abióticos y el uso humano.

Un enfoque apropiado puede ser el del Análisis de Sistemas. Este permite definir compartimientos en el ecosistema, cualquiera sea su naturaleza, los cuales a su vez pueden subdividirse. En este caso se propone un modelo de interacciones en el ecosistema basado en las ideas de Smith (1971). La población humana forma parte de este modelo al igual que sus acciones. Los recursos que el hombre utiliza son el espacio, los materiales y la energía. Por razones ecológicas y de producción de recursos en su beneficio se ha elegido un enfoque centrado en el uso de materiales y sus efectos en las comunidades naturales (Barret y Rosenberg, 1978).

El modelo contempla tres subsistemas físicamente distinguibles en el área andina: a) Cuenca del lago Chungará, b) Cuenca de las lagunas Cotacotani, y c) Bofedal de Parinacota. Estos se han elegido por la importancia que tienen los cuerpos de agua en la naturaleza de los ecosistemas que interesa estudiar.

El agua constituye un elemento vital en el desarrollo de la vida animal, de las comunidades de plantas, de los asentamientos humanos y de sus condiciones socioeconómicas. Por estas razones se incluye dentro del funcionamiento del modelo el flujo del agua que conecta los subsistemas antes mencionados.

Cada uno de los compartimientos que pueden definirse en este modelo está unido por relaciones funcionales que se traducen en flujos de materiales en términos de agua, nutrientes y biomasa. Asociada a esta última está la energía que ella contiene. En el modelo no está expresada la energía (somática), por restricciones de tipo metodológico.

Los compartimientos pueden ser de naturaleza abiótica y biótica. Entre los primeros podemos considerar el agua, la radiación y la temperatura, que determinan la potencialidad de producir biomasa por parte de los productores primarios. Entre los bióticos, como pueden considerarse los micromamíferos y la fauna mayor (camélidos), las relaciones funcionales se traducen en interacciones tróficas (hervivoría).

Un modelo de este tipo se presenta en la Fig. 1. Las flechas indican los flujos de materiales entre los componentes del sistema y son parámetros a estimar. Las metodologías para estimar los flujos son específicas y dependen de la naturaleza de la variable.

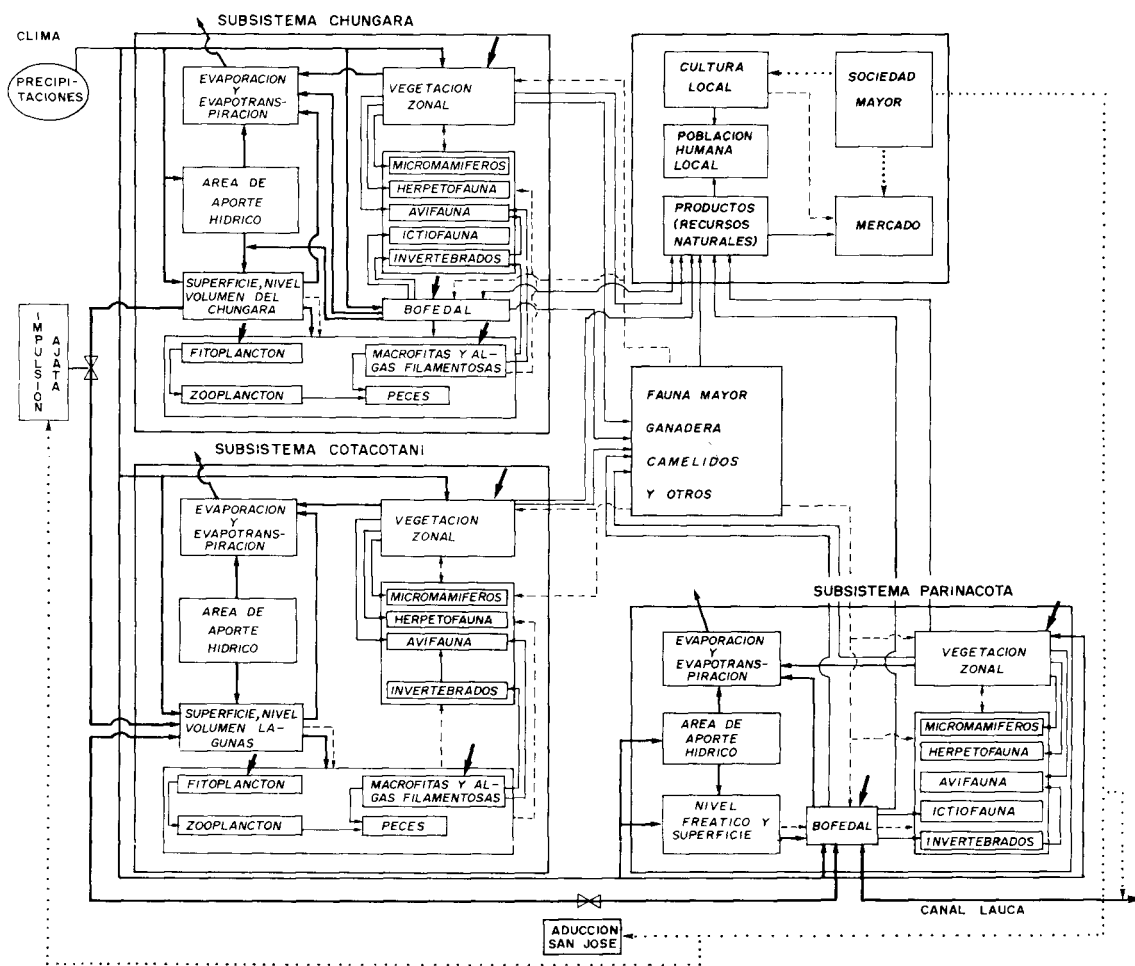


Fig. 1: Flujo de agua \rightarrow ; Flujo de materiales (biomasa) \rightarrow ; Regulaciones hechas por acción antrópica \times ; Efectos ecológicos entre los componentes o compartimientos \cdots ; Decisiones de la sociedad mayor \cdots ; Entrada de energía solar al sistema ecológico (energía somática) \downarrow .

Los parámetros que se obtengan de un estudio planeado de esta forma permiten la elaboración de un modelo de simulación del área, que posibilita explorar los posibles efectos derivados de una mayor demanda de recursos (agua, biomasa) sobre la estructura y funcionamiento del sistema. Cada relación entre los componentes del modelo (flujos) puede expresarse en una o varias ecuaciones. En la Tabla 1 éstas aparecen indicadas como X_{ij} que representan las transferencias a cada componente o entradas, o bien transferencia desde cada componente, las que equivalen a salidas. El conjunto de estas ecuaciones representadas en la matriz describen al sistema. La Fig. 2 y Tabla 2

muestran un ejemplo aplicado al subsistema Parinacota, con las transferencias de agua entre los componentes. Las ecuaciones que describen estas transferencias pueden ser lineales o diferenciales, o bien representar constantes.

Las condiciones climáticas tienen variaciones interanuales que producen oscilaciones en el nivel del espejo de agua del lago Chungará y las lagunas Cotacotani, las que cambian el flujo de agua hacia el bofedal de Parinacota. La extracción de agua puede provocar cambios que se suman a los naturales, produciendo distintos efectos en los ecosistemas, lo cual es necesario evaluar. El modelo enfatiza

TABLA 1

Matriz que indica los componentes y las transferencias entre ellas

		Transferencia a cada componente				
		X_1	X_2	X_3	X_4	$X_5 \dots X_n$
Transferencia desde cada componente	X_1	-	X_{12}	X_{13}	X_{14}	$X_{15} \dots X_{1n}$
	X_2	X_{21}	-	X_{23}	X_{24}	$X_{25} \dots X_{2n}$
	X_3	X_{31}	X_{32}	-	X_{34}	$X_{35} \dots X_{3n}$
	X_4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	-	$X_{45} \dots X_{4n}$
	X_5	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	- ... X_{5n}
	X_n	X_1	X_2	X_3	X_4	$X_5 \dots -$

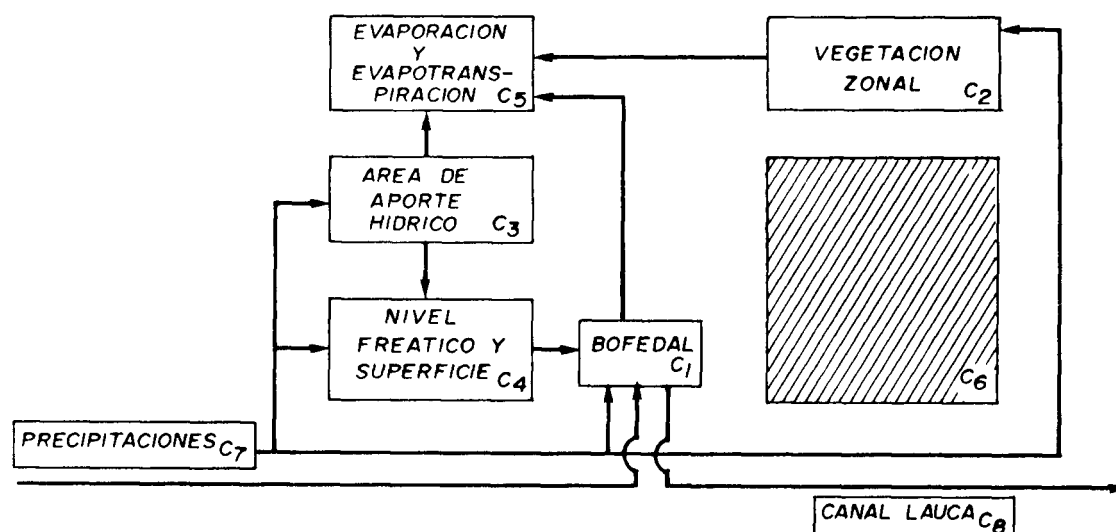


Fig. 2: Flujo del agua en el subsistema Parinacota. Las flechas indican el flujo entre los componentes.

TABLA 2

Matriz de funciones con valores para entradas, salidas y transferencia de agua entre componentes del subsistema Parinacota; (C_i) indica número del compartimiento; (e) entradas; (S) salidas; (Z) transferencia o flujo de agua

		Flujos de cada componente							
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
Flujos desde cada componente	C ₁	—	0	0	0	Z ₁₅	0	0	S ₁₈
	C ₂	0	—	0	0	Z ₂₅	0	0	0
	C ₃	0	0	—	Z ₃₄	Z ₃₅	0	0	0
	C ₄	Z ₄₁	0	0	—	0	0	0	0
	C ₅	0	0	0	0	—	0	0	0
	C ₆	0	0	0	0	0	—	0	0
	C ₇	e ₇₁	e ₇₂	e ₇₃	e ₇₄	e ₇₅	0	—	0
	C ₈	0	0	0	0	0	0	0	—

el flujo del agua y requiere que se midan, entre otras, variables tales como fitomasa, masa ganadera y condiciones tróficas del lago. Desde el punto de vista de la conservación de los ecosistemas del área, el modelo puede generar información sobre la importancia areal de algunos componentes tales como las lagunas y el bofedal. A esto puede agregarse la abundancia de algunas especies de vertebrados autóctonos e introducidos. Este tipo de información permite evaluar los efectos ecológicos de las acciones humanas sobre los ecosistemas.

REFERENCIAS

- ARRATIA, F.G. (1982) En *MAB-6 El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat. 18°28'S)*. Vol. I. Veloso, A. y Bustos, E., Eds. Santiago, pp. 93-133.
- BARRET, G.W. y ROSENBERG, R. (1978) *Stress effects on Natural Systems*. (Eds.) John Wiley. New York.
- CASTRO, C.M. (1982) En *MAB-6 El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat. 18°28'S)*. Vol. II. Veloso, A. y Bustos E., Eds. Santiago, pp. 92-132.
- SMITH, I.E. (1970) En *Temperate forest Ecosystems*. (Riechle, D.E., ed.). New York. Springer Verlag, pp. 7-18.
- VALENCIA, J.; VELOSO, A. y SALLABERRY, M. (1982) En *MAB-6 El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat. 18°28'S)*. Vol. I. Veloso, A. y Bustos, E., Eds.). Santiago, pp. 269-292.
- VILLAGRAN, M.C.; KALIN-ARROYO, M.T. y ARMESTO, J.J. (1982) En *MAB-6 El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat. 18°28'S)*. Vol. I. Veloso, A. y Bustos, E., Eds. Santiago, pp. 13-70.