

PROGRAMA EL HOMBRE Y LA BIOSFERA UNESCO-MAB 6

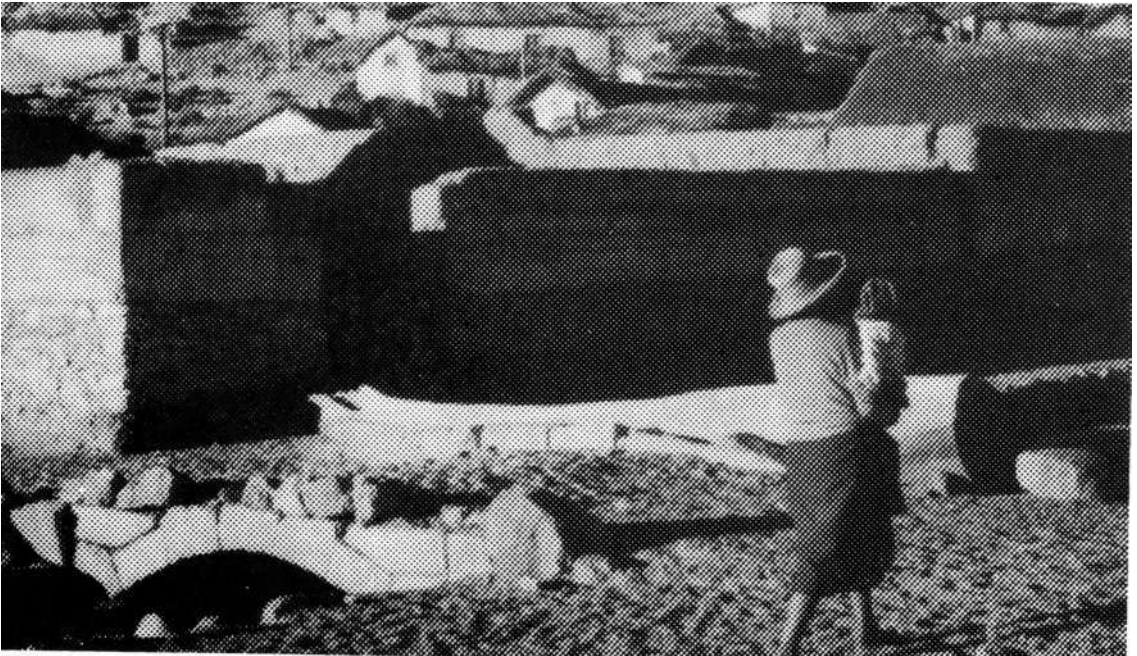
El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile*

Alberto Veloso

Departamento de Ciencias Ecológicas
Facultad de Ciencias
Universidad de Chile

El conocimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas andinos del Norte Grande de Chile es insuficiente y fragmentario.

** Contribución al proyecto *Impacto de las actividades humanas en los ecosistemas de montaña* MAB 6.*



Es necesario establecer este conocimiento sobre bases científicas, determinar factores de impacto antrópico que insiden en el uso sostenible de los recursos, y sugerir recomendaciones para el manejo de los ecosistemas representados en la región.

Para ello se propuso realizar un estudio multidisciplinario, escogiendo como área de trabajo una sección transversal del territorio (Lat. 18°28' S) que comprende las provincias de Arica y Parinacota, limítrofes con Perú y Bolivia. Las investigaciones consistieron en establecer la composición ecológica, realizar una evaluación de los asentamientos humanos y determinar las adaptaciones ecológicas de los vertebrados autóctonos y de la población humana de los ambientes de altura.

Antecedentes

El interés de un grupo de investigadores de la Universidad de Chile, de las Facultades de Medicina, Ciencias y de Filosofía, Humanidades y Educación, por realizar investigaciones integradas en ecosistemas de montaña, encontró una contraparte de apoyo en el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa de la UNESCO del Hombre y la Biosfera (MAB) en el campo del manejo y conservación de los ecosistemas de montañas.

Se definió un proyecto multidisciplinario de orientación ecológica con participación de Ecólogos, Biólogos y Antropólogos en el cual se intentó promover una aproximación holística a los estudios ambientales y de manejo de ecosistemas andinos del Norte de Chile.

Enfocado hacia la obtención de información ecológica, relativa a estructura y funcionamiento de los ecosistemas andinos, el proyecto constituye un punto de partida para combinar bases ecológicas de manejo y conservación de recursos con el desarrollo económico de la región.

Se escogió el área de estudios en el Norte Grande de Chile al interior de Arica, dada la existencia de facilidades logísticas proporcionadas por instituciones de la región y la Reserva de la Biosfera Lauca, administrada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) que permite estudios de mediano y largo plazo en áreas de intervención antrópica controlada y sin intervención.

El apoyo de la División de Ciencias Ecológicas de UNESCO en la persona del Dr. John Celecia y de la Oficina Regional de Ciencias y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe, con las gestiones del Dr. Braulio Orejas-Miranda constituyeron el apoyo internacional del proyecto.

En Chile el apoyo administrativo residió en CONICYT y estuvo a cargo del Sr. Morris Assael. A todas estas personas e instituciones nuestros agradecimientos.

Enfocado hacia la obtención de información ecológica relativa a estructura y funcionamiento de los ecosistemas andinos, el proyecto de investigación es un punto de partida para combinar aspectos de manejo y conservación de recursos con el desarrollo económico de la región.

Area de estudios

El área de estudios tiene un relieve escalonado, en el cual, se reconocen tres divisiones geográficas importantes.

- La Pampa Desértica con los valles del Río Lluta y el valle de Azapa.
- La precordillera.
- El Cordón Occidental de los Andes y el Altiplano.

Cada una de estas divisiones presenta una diversidad ecológica particular. El clima muestra una tendencia desértica hacia la precordillera. En la región de la costa, se aprecia una influencia moderada del océano en forma de neblinas costeras, particularmente en los valles de Lluta y Azapa. Las precipitaciones son prácticamente inexistentes en la pampa desértica y en la precordillera. Sin embargo, en alturas superiores a 3.000 m y especialmente en el altiplano, se presentan lluvias torrenciales durante los meses de verano.

La temperatura en la costa es uniforme durante todo el año. Hacia el interior y en alturas superiores a 3.000 m, la oscilación térmica es acentuada, registrándose frecuentemente temperaturas bajo cero durante la noche.

La agricultura se realiza en los valles de la costa, donde es de tipo intensivo, en los rubros hortícola y frutícola. Se extiende también a la precordillera, donde se concentra en el cultivo de la papa y la producción de forraje para ganado. En la cordillera y el altiplano, la agricultura no es compatible con el clima, la escasa población humana en estas regiones se dedica como actividad principal a la crianza de ganado camélido.

Desarrollo del proyecto

El proyecto se realizó por etapas y en torno a tres áreas principales de problemas

- Recursos naturales y ecosistemas
- Adaptabilidad humana y salud
- Sistemas socioculturales de las comunidades del Altiplano

La primera etapa consistió en la prospección e inventarios de flora y fauna, estudios fitosociológicos destinados a identificar las principales asociaciones florísticas y estudios de la diversidad animal representada por la fauna de vertebrados autóctonos. El establecimiento de las relaciones biogeográficas de los componentes de las comunidades y la

determinación de los endemismos presentes en la flora y fauna.

La segunda etapa consideró estudios sobre aspectos tróficos y reproductivos de diversas especies animales y la identificación de grupos particulares de la población humana mediante la determinación de patrones de crecimiento y desarrollo, conjuntamente con la utilización de marcadores genéticos y bioquímicos.

En la tercera etapa se estudió los efectos de la hipoxia en la fertilidad del varón por medio de observaciones de terreno y experimentos con animales de laboratorio.

La cuarta etapa concentró el estudio de las estrategias de sobrevivencia de las comunidades Aymara, del altiplano y de la precordillera y la determinación de factores de impacto de la actividad antrópica sobre los ecosistemas.

Resultados

La realización de las diferentes etapas del proyecto, ha dado origen a numerosas publicaciones con los resultados de las investigaciones. Estas publicaciones están principalmente incluidas en 2 volúmenes de síntesis sobre el ambiente natural y las poblaciones del Norte de Chile, editadas por ROSTLAC-UNESCO, en 1982. Los trabajos entregan información relacionada con parámetros físicos, la vegetación, los vertebrados autóctonos y las poblaciones humanas de los pisos altitudinales existentes entre Arica y el lago Chungará. En diversos informes se incluyen conclusiones y recomendaciones tanto de manejo como conservación de recursos naturales.

Factores físico-biológicos y sociales

Las características físicas del ambiente fueron definidas por medio de la información bibliográfica, geológica y climatológica disponible, así como por información obtenida de estaciones meteorológicas de la región (Parinacota y Murmuntani)¹. Los inventarios de recursos consistieron en la identificación de las plantas vasculares, estimadas en alrededor de 400, caracterización de formas de crecimiento, especies dominantes, las principales asociaciones y subasociaciones vegetacionales y sus valores de cobertura entre los 1.000 m en la pampa desértica, hasta los 5.200 m que es el límite altitudinal de la vegetación².

La vegetación varía con la altura. Desde un punto de vista fisionómico, es posible reconocer tres formaciones principales.

- Formación desértica entre 1.540 y 2.800 m que corresponde a una vegetación de matorral bajo con escasa cobertura.
- Formación de "tolar" entre 3.000 y 4.000 m vegetación

de arbustos siempre verdes y caducifolios conocidos en la región como "tolas", que alcanzan altos valores de cobertura.

- Formación de "Pajonal" entre 4.000 y 5.000 m hasta el límite de la vegetación. Su fisionomía está determinada por la dominancia de gramíneas perennes de crecimiento en champa.

En el altiplano, la vegetación arbustiva y de pajonal es interrumpida por extensiones de vegas de altura o "bofedales", pequeños bosques discontinuos de queñoa (*Polylepis tara pacana*) y llaretales (*Azorelia compacta*).

Se identificaron las especies de vertebrados, con énfasis en los peces, anfibios y reptiles, que no habían sido considerados en revisiones recientes. Se describieron nuevas especies y se particularizaron los endemismos así como las relaciones biogeográficas tanto de la vegetación como de la Fauna^{3,4,5}. Para ello se hicieron comparaciones con material de herbarios y colecciones depositadas en universidades y museos. La explicación del origen de los diferentes taxa y sus actuales condiciones de poblamiento, son elementos para establecer un cuadro más completo de los diferentes componentes del ecosistema. Las interacciones entre las especies de vertebrados y sus respectivos ambientes, se establecieron sobre la base del estudio de parámetros tróficos y reproductivos^{6,7,8,9}. El interés fue demostrar diversas estrategias adaptativas que permiten a estas poblaciones su permanencia como sistemas naturales.

En las comunidades humanas se hicieron estudios genéticos y de crecimiento y desarrollo en niños, y utilizando marcadores bioquímicos y análisis antropométricos. Estos estudios están orientados a establecer la posible base genética de la adaptación a la altura de las poblaciones Aymara^{10,11}. Conjuntamente con estos estudios genéticos se realizaron también observaciones estacionales de la reproducción, especialmente de personas que viven en gran altura, sometidas a condiciones de déficit de oxígeno. El interés fue detectar aquellos factores que determinan cambios en la fertilidad de la población humana de altura¹².

El objetivo de determinar de una manera global las estrategias de sobrevivencia de las comunidades Aymara del Altiplano se llevó a cabo mediante encuestas, observación participante y entrevistas. Los estudios entregaron información relacionada con construcción de viviendas, prácticas médicas y rituales y uso de la vegetación especialmente con fines de pastoreo, así como también sobre los sistemas de complementariedad e intercambio de productos con otras regiones¹³.

Impactos ambientales

Entre las causas de impacto sobre la vegetación tanto en la

precordillera como en el altiplano, destaca la actividad de pastoreo. Los agentes del impacto son entre 3.000 y 3.800 m el ganado ovino y bovino y por sobre 4.000 m rebaños mixtos de alpacas y llamas. El problema que origina el pastoreo es la degradación del ecosistema, que incluye pérdidas de la cobertura de la vegetación, pérdida de la diversidad genética, disminución de la productividad, erosión del suelo y potencialmente desertificación. Un segundo problema asociado al pastoreo de animales domésticos es la competencia que se establece con los herbívoros nativos.

Otro impacto detectado en la zona de la precordillera deriva de las prácticas agrícolas, las que tienden a establecer monocultivos y a introducir especies. Los problemas asociados a estas prácticas son pérdidas de la diversidad genética y de recursos endémicos para la agricultura.

Especial relevancia en términos de impacto es la presión de uso sobre los recursos hídricos de la región, lo cual se manifiesta en las áreas primarias de captación de agua.

Los agentes de impacto detectados son las actividades de pastoreo y las obras de ingeniería destinadas a captar aguas con fines de regadío o consumo humano¹⁴.

La formación vegetal afectada con este uso es la pradera de altura, vega o bofedal existentes en distintos sectores de las cuencas hidrográficas.

Recomendaciones

Dado el estado actual del conocimiento de los ecosistemas de la región, en particular los representados por sobre los 3.000 m de altura que incluyen el área de poblamiento de las comunidades Aymara hablantes, sólo es posible hacer recomendaciones de carácter general para mejorar aspectos de su conservación y manejo.

Las recomendaciones que se indican a continuación pueden y deben ser mejoradas, ya que corresponden a estudios realizados en un breve plazo de 2 años de observaciones de terreno.

Las recomendaciones no están basadas en información que haya sido generada a través de investigaciones interdisciplinarias en un sentido estricto. En el desarrollo del proyecto se logró superar sólo parcialmente la barrera metodológica entre disciplinas naturales y sociales que enmarcan teóricamente los problemas ambientales.

Los antecedentes aportados por los estudios sistemáticos y ecológicos de las especies representadas en la región, permitirán en el futuro realizar investigaciones en los diversos taxa que constituyen, como es el caso de los endémicos, oportunidades evolutivas únicas. Se requiere intensificar el estudio en estos géneros y especies, los cuales deben ser previos a cualquier práctica de su utilización como recursos

o la realización de modificaciones que originen cambios estructurales en sus respectivos hábitat.

Los resultados del análisis vegetacional permiten establecer la heterogeneidad de las asociaciones y tipos de vegetación que se suceden en función del gradiente altitudinal o de los diferentes sustratos disponibles. Cada una de estas comunidades vegetacionales posee características particulares de composición y una dinámica propia. Mientras no se hagan estudios ecológicos detallados en cada una de ellas (capacidad de carga), no será posible predecir las consecuencias de prácticas de manejo para el sistema andino en su conjunto.

El análisis florístico de las comunidades citadas para los ecosistemas andinos revela que tanto la procedencia del elemento biogeográfico en cada una de ellas así como la riqueza de especies y su nivel de endemismo son contrastantes, revelando distintos grados de aislamiento y una historia diferencial posiblemente asociada a eventos diastróficos tanto geológicos como climáticos, determinantes tanto de las circunstancias de su poblamiento como de su desarrollo actual. Estos cambios por su naturaleza, determinan fluctuaciones del área de las diferentes asociaciones y subasociaciones. Cualquier plan de manejo del ecosistema exigirá la protección de comunidades cuya historia muestra tendencias hacia la restricción de área.

Es posible reconocer franjas zonales de vegetación de carácter continuo, correspondiente a asociaciones presentes tanto en la cordillera como el altiplano. Es el caso del tolar y del pajonal que se suceden altitudinalmente. Por otra parte, condiciones de sustrato y humedad relativa, determinan la presencia de comunidades discontinuas no relacionadas con el gradiente altitudinal. En una primera aproximación, las pautas de manejo deberían ser diferentes para comunidades continuas y comunidades disyuntas. Estas últimas deberían tener prioridad para su conservación.

Los estudios realizados en la fauna de vertebrados autóctonos muestran que se establecen diferentes comunidades en estrecha asociación con los diferentes pisos altitudinales de vegetación. Al considerar en conjunto, la distribución actual de esta fauna, su endemismo y la información relacionada con su distribución geográfica latitudinal, se aprecia que las comunidades tienen un continuo distribucional hacia el Altiplano y también hacia las planicies desérticas del norte de Chile y sur del Perú. Por lo tanto si se establecen pautas de manejo y conservación de estas especies (delimitación de áreas de reserva), es necesario tener presente la continuidad y estado de conservación de las formaciones vegetacionales a la que esta fauna se encuentra asociada.

El impacto ambiental del pastoreo de ganado doméstico en las formaciones de vegetación cuyas especies son

utilizadas como forraje, requiere como recomendación general mantener los rebaños de un tamaño compatible con la capacidad de los ecosistemas. Como aún no se dispone de esta información, es necesario continuar las investigaciones para establecer las capacidades de carga y recuperabilidad de los ecosistemas. Es conveniente, además, estimular prácticas de pastoreo que no se aparten de las derivadas de la percepción de los pobladores locales. La competencia entre especies de herbívoros domésticos y silvestres requiere asegurar el acceso de estos últimos a los recursos de agua y áreas de pastura natural y realizar investigaciones orientadas a establecer la función y productividad potencial de la fauna silvestre.

En relación a prácticas agrícolas, las recomendaciones son estimular la utilización del conocimiento tradicional sobre cultivos endémicos, así como realizar investigaciones sobre mejoramiento de especies nativas.

La fuerte presión de uso sobre los recursos hídricos de la región, sugiere prestar atención preferente a problemas derivados de la degradación de cuencas primarias de captación de aguas como son las vegas de altura o bofedales. Otro tanto es posible de señalar para las cuencas lacustres altiplánicas, dada su naturaleza endorreica y el escaso conocimiento de la ecología de las comunidades asociadas a estos sistemas. Se sugiere no incorporar la utilización de recursos hídricos en planes de desarrollo en tanto no se mejore el vacío de conocimientos existentes en la actualidad.

Perspectiva de investigación

Las acciones de continuidad del proyecto MAB-6 Andes Norte, están actualmente llevándose a cabo con la participación, en esta fase del estudio, de investigadores chilenos y argentinos.

La incorporación a la problemática MAB-6 de investigadores trasandinos son un logro importante de los estudios previos en el ambiente de montañas. Las investigaciones en curso están centradas en la delimitación, caracterización y uso de ecosistemas terrestres y acuáticos en cuencas lacustres altoandinas de Argentina y Chile. Las instituciones responsables son el Departamento de Ciencias Ecológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile y EIDEA (Equipo de Investigación y Desarrollo Andino) de la Provincia de Jujuy, Argentina, que cuenta con investigadores del CONICYT y de la Universidad de Buenos Aires.

En Chile se ha seleccionado la Cuenca del Lago Chungará y en Argentina la Cuenca de la Laguna de Pozuelos. Se trata de ecosistemas típicos del piso puneño de ambos países, se ubican en zonas económicas marginales y están sometidos a fuertes presiones de uso.

En el proyecto se integran aspectos ecológicos, sociales y tecnológicos. La investigación propuesta tiene como objetivos principales determinar la influencia del comercio, migraciones, cambios en los sistemas de producción y de las innovaciones tecnológicas sobre los ecosistemas. Desarrollar un sistema de monitoreo de los impactos antrópicos y faunísticos en estos ecosistemas y continuar realizando avances en los aspectos metodológicos de la investigación interdisciplinaria.

Conclusiones

La información producida por el proyecto contribuye con nuevos antecedentes al inventario de los recursos naturales y humanos de los ecosistemas andinos al interior de Arica. El intercambio de información entre los diferentes grupos de investigadores permitió cierto grado de integración entre diferentes enfoques disciplinarios. Los estudios de la vegetación proporcionan las bases para definir los distintos pisos altitudinales y las principales formaciones vegetacionales. En éstos se definieron y evaluaron las comunidades de vertebrados autóctonos y las comunidades humanas representadas.

Las interacciones entre organismos animales y vegetales, así como de la población humana con las severas restricciones climáticas que impone el ambiente altoandino, permitieron establecer las diversas estrategias adaptativas puestas en juego para su persistencia como componente de los ecosistemas. El estudio de las comunidades Aymara por sobre los 4.000 m mostró, además, el desarrollo de modelos de organización social, utilización de recursos naturales y relaciones de intercambio con otras regiones.

Los estudios ecológicos, sistemáticos y de distribución geográfica en la vegetación y fauna de la región, así como una evaluación de las pautas tradicionales de manejo, permiten definir factores que determinan tendencias del ecosistema y un adecuado conocimiento de la flora, la zonación ecológica y el manejo diversificado de los recursos. Con estos antecedentes es posible proponer algunas recomendaciones de manejo orientadas a la preservación del ecosistema tendiente a aminorar el grado de impacto antrópico.

Las perspectivas de continuidad de los estudios en los ecosistemas andinos son auspiciosas con el antecedente del apoyo de UNESCO, a los actuales propósitos de trabajo integrado en cuencas lacustres altoandinas de Argentina y Chile.

Bibliografía

1. VELOSO, A. y KALIN, M.T. *El Ambiente Natural y las Poblaciones Humanas de los Andes del Norte de Chile* (Arica Lat. 18°2V S)

- (Veloso, A., Bustos, E. eds.) UNESCO-ROSTLAC Montevideo. 7: 5-12 (1982).
2. VILLAGRÁN, C, KALIN, M.T. y ARMESTO, J. Ibid. 1: 13-69 (1982).
 3. KALIN, M.T., VILLAGRÁN, C, MARTICORENA, C, ARMESTO, J. Ibid. 7: 71-92 (1982).
 4. ARRATIA, G. *Peces del Altiplano de Chile*. Ibid. 1: 93-134.
 5. VELOSO, A., SALLABERRY, M., NAVARRO, J., ITURRA, P., VALENCIA, J., PENNA, M. y DÍAZ, N. *Contribución Sistemática al conocimiento de la Herpetofauna del Extremo Norte de Chile*. Ibid. 7: 135-268.
 6. VALENCIA, J., VELOSO, A., SALLAVERRY, M. *Nicho trófico de las especies de los Herpetozoos del transecto Arica-Chungará*. Ibid. 7: 269-291.
 7. LEYTON, V., VELOSO, A., BUSTOS, O.E. *Modalidad reproductiva y actividad cíclica gonadal en lagartos iguánidos de los distintos pisos altitudinales del interior de Arica*. Ibid. 7: 293-316.
 8. DÍAZ, N. *Estrategia reproductiva de "Telmatobius marmoratus"*. Ibid. 7: 317-327.
 9. BUSTOS, E., OLIVARES, A. *Efecto de la hipoxia en la reproducción de mamíferos*. Ibid. 2: 65-80.
 10. ROTHAMMER, F. y SCHULL, W.J. *Adaptación genética a la altura de una población de habla Aymara de las provincias de Parinacota y Arica, Chile*. Ibid. 2: 1-12.
 11. PALOMINO, H. *Aspectos genéticos y ambientales del crecimiento en las comunidades Aymaraes*. Ibid. 2: 17-35.
 12. BUSTOS, E., GUADARRAMA, A., MASTROROCO, P., MORALES, L. *Efecto de la hipoxia de altura sobre la función testicular del varón*. Ibid. 2: 81-98.
 13. CASTRO, M. *Estrategias socioculturales de subsistencia en las comunidades Aymaritas altoandinas en el interior de la provincia de Arica, Parinacota*. Ibid. 2: 99-132.
 14. Final Report-Expert Group meeting Research and training in Andean Mountain Ecosystems south and Central Andes of Chile and Argentina. November, 1983 - UNESCO - Montevideo.