

COMPLEJIDAD DE LOS ECOSISTEMAS DEL NORTE DE MENDOZA

*Moira Alessandro de Rodríguez**,
*Natalia Pucciarelli**

1. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA

Un sistema complejo es un conjunto de elementos en interacción. Cuando en un sistema alguno de sus componentes es modificado, todos los demás se ven afectados y, por tanto, todo el conjunto cambia. Este trabajo tiene fundamento en las reflexiones de los escritos de Edgard Morín, 1999, sobre el tema de la complejidad, científico del pensamiento que sostiene que los sistemas complejos tienen doble complicación: sus interacciones y su doble flecha direccional del tiempo.

El ambiente es un sistema complejo. En los últimos decenios la ciencia que lo estudia insiste en su complejidad. Las mismas imágenes del planeta vistas desde el espacio, tan populares desde el comienzo de la era espacial, nos han ayudado a ver la Tierra como una gigantesca nave espacial en la que bosques, océanos, atmósfera, seres vivos están todos enlazados por innumerables dependencias en un todo común. Todos dependiendo unos de otros.

El ecosistema es un superorganismo con una complejidad organizacional con múltiples interacciones y recursividad. No es un concepto espacial, por consiguiente, no se le atribuye una distribución geográfica. No

* Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. moiraba@yahoo.com.ar

* Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. natypucciarelli@hotmail.com

obstante y reconociendo la dificultad de donarle a este concepto una dimensionalidad espacial y escalar, se intentará -con la aplicación de un método particular-, delimitar geográficamente los ecosistemas naturales o cuasi naturales del norte de la provincia de Mendoza y explicar sus relaciones espaciales en escalas sucesionales.

En este proceso, se aplicará un orden escalar jerárquico, coincidente con la ordenación que intrínsecamente se presenta en los seres vivos. Entonces, espacialmente, los ecosistemas, se distribuirán de mayor a menor según ciertos ordenadores causales.

Todo sistema puede ser parte de otro mayor que él, al que se le suele llamar supersistema. También se suele decir que un sistema está formado por subsistemas cuando sus componentes son otros más reducidos. Como se sabe y, a modo de ejemplo, una charca es un sistema complejo en que los diferentes componentes que la forman (seres vivos y elementos abióticos) interaccionan entre sí.

Los sistemas naturales raramente escapan al impacto del accionar del hombre. Por eso se tendrán en cuenta, para este trabajo, las modificaciones que la vegetación ha sufrido a causa de ello. Como el hombre percibe complejamente pero analiza separadamente, los puntos de vista reduccionistas son imprescindibles para conocer bien cada uno de los componentes del ambiente, de allí que se utilizarán los métodos deductivo-inductivo para descubrirlos.

En esta tarea, se aplicó un método y se elaboró una clasificación que proporcionará un ensayo para el entendimiento de la distribución, relaciones e interacciones entre los ecosistemas delimitados, para la provincia de Mendoza.

2. ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS SOBRE EL TEMA

No se conoce antecedentes de estudios ecosistémicos escalares integrados referidos a las regiones del Monte. En cambio, con respecto a un pequeño sector de los Altos Andes, se ha realizado un trabajo de tesis doctoral denominado “Enfoque multiescalar del análisis fitoecológico integrado del piso basal del Valle del río de las Cuevas, Mendoza, Argentina”, Mendoza, que relaciona multidimensionalmente los pisos de vegetación y focaliza el estudio en un el piso del valle de las Cuevas (Alessandro, Moira, Tesis doctoral, 2003. Inédito).

En cambio, hay numerosos trabajos a nivel macroecosistémico referidos a las regiones biogeográficas mendocinas, “El gran libro de la naturaleza argentina”, Mendoza, Diario Los Andes, WWF, Fundación Vida Silvestre,

1995; "Guía de educación ambiental", Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, DGE, Mendoza, 1999; "Atlas Total de la República Argentina", Centro Editor de América Latina, Buenos Aires, 1982; "La vida en las zonas áridas", Campos, C. y De Pedro, M., Mendoza, 2001.

En cuanto al conocimiento de las poblaciones animales se pueden consultar publicaciones como: "Utilización de recursos alimentarios por mamíferos medianos y pequeños del desierto del Monte" de Campos, C. Córdoba, 1997, "Respuesta a perturbaciones y dinámica de aves y mamíferos del Monte" de Gonnet, J., Córdoba, 1998, "Hábitat use by small mammals in the arid Andean foothills of Mendoza, Argentina" de Ojeda, J. y Gonnet, R., en *Journal Arid Environments*, 1998.

En el ámbito nacional encontramos un trabajo de análisis ecosistémico escalár, denominado: "Grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino" de Morello, J., Buenos Aires, 1968.

En la bibliografía de cariz internacional se destaca el trabajo "Ecosystem Geography", Bailey, R., New York, 1996, entre otros, en el planteo teórico de las escalas jerárquicas de los ecosistemas y los factores de control a escala planetaria.

3. INTRODUCCIÓN

Este trabajo es el resultado de la investigación realizada durante el período 2007-2009, denominado "La complejidad de los ecosistemas del norte de la provincia de Mendoza" subsidiado por la SECyTP, UNCuyo. El grupo de trabajo estuvo integrado por : Directora Moira Alessandro, Investigadora Isabel Codes, Investigadores en formación: Prof. Natalia Pucciarelli, Prof. Gabriela Sari, Prof. Fernanda Soler, Prof. Jéssica Cabanillas, Matías Rodríguez, Jorge Fernández, María Belén Guerra y Ana Gabriela Espressatti.

Tanto Robert Bailey como Heinrich Walter en sus respectivas obras: *Ecosystem Geography*, 1996 y *Los ecosistemas de la tierra*, 1981, coinciden en que la clasificación de los ecosistemas se debería proceder en el orden jerárquico.

H. Walter, 1981, afirma que el orden para delimitar correctamente los ecosistemas en el espacio, debería ser: clima- suelo- vegetación. Robert Bailey, por otro lado, asevera que debiera ser: clima, para la macroescala- unidades geomorfológicas, para la mesoescala- y el complejo topografía-suelo-vegetación, para la microescala. De consuno, con R. Bailey, se trató de identificar y delimitar escaláramente los ecosistemas norteños mendocinos, sin dejar de tener presente que algunos se prolongan hacia el sur de nuestra provincia, los cuales no serán objeto del actual estudio.

Se establecieron, por consiguiente, límites naturales y genéticos para cada uno de ellos. Naturales, por estar basados en múltiples factores (bióticos y abióticos) que, si bien son generales, pueden ser útiles para una gran variedad de propósitos, como por ejemplo: diferencias de clima, suelo y/o vegetación. Genéticos, por destacar el origen de las causas de las diferencias que produce, por ejemplo: la presencia de mayor o menor tenor salino en los suelos vinculado con la relación cantidad de precipitaciones- evapotranspiración potencial.

La delimitación microescalar utilizada como base de la clasificación lo constituyen las diferentes formaciones vegetales,- índice de los fenómenos integrados del medio donde habitan- de la provincia de Mendoza que aparecen cartografiadas en el “Mapa de la vegetación de la Provincia de Mendoza” de Fidel Roig, Eduardo Méndez, y Eduardo Martínez Carretero en Recursos y Problemas ambientales de la provincia de Mendoza, y coordinadores: Elena Abraham, Francisco Martínez, Ministerio de Ambiente, Mendoza, 2000. Mientras que, para la escala de mayor magnitud, se tendrá en cuenta los Biomas elaborados sobre la base de las Macro-regiones bióticas de la República Argentina del Atlas Físico de la República Argentina, en Atlas Total. Volumen 2, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1982.

3.1. Objetivos generales

- Establecer los límites de los mesoecosistemas y ecosistemas del norte de Mendoza.
- Analizar la complejidad escalar y estructural de los mesoecosistemas y ecosistemas menores.

3.2. Objetivos específicos

- Establecer las unidades multiescalares para cada bioma.
- Identificar los diferentes mesoecosistemas y ecosistemas menores presentes entre los 32° y 34° latitud sur.
- Localizar las entidades analizadas en el espacio mendocino.
- Describir las características y la complejidad de estos sistemas de vida y sus causas.
- Relacionar jerárquicamente las formaciones con el clima y el modelado terrestre.
- Integrar las relaciones verticales y horizontales entre los niveles jerárquicos y su entorno.
- Cartografiar los ecosistemas escalares del norte de la provincia de Mendoza.

- Identificar los agentes y/o procesos degradadores de la vegetación en los tres niveles escalares.
- Establecer las relaciones generales entre las formaciones, el medio físico y la acción humana.
- Valorar el rol de la vegetación como indicadora de los procesos naturales que se desarrollan en el ecosistema.
- Generar material informativo-didáctico en diferentes soportes que estimule la educación ambiental.

Por otra parte, coincidiendo con Alexander von Humboldt (1944), Robert Bailey (1996) y Heinrich Walter (1981), se considera que el estudio de la vegetación y por ende de los ecosistemas debe hacerse partiendo desde el clima como una “fuerza global unificadora” y con la aplicación del enfoque multiescalar basado en los distintos climas y, por consiguiente, jerarquías de vegetación, que emergen de las diferentes aproximaciones, desde las unidades mayores a las menores tomadas en consideración. Por ello, la visión en gradientes de aproximación conducirá al conocimiento de un enfoque cambiante, cada vez que se pase a otro nivel o escala.

Otra idea directriz es que, a cada nivel de organización de la vida, las plantas integran y manifiestan las características de los factores o grupo de factores ambientales.

La elaboración de este estudio se fundamenta en un enfoque descriptivo y práctico-interpretativo, por cuanto hay que, por un lado, observar e informar sobre los hechos de la realidad natural y, por el otro, experimentar e interpretar los fenómenos naturales de nuestra biosfera, en estrecha relación con el hombre.

El enfoque crítico-social, sirvió, especialmente, en el momento que se estudió la vinculación de los procesos naturales con la respuesta y la valoración del hombre hacia la naturaleza. Vinculación, que al parecer, no ha sido muy beneficiosa para nuestro planeta, tomando en cuenta el deterioro, la degradación y la contaminación de los ecosistemas.

Se necesitó de la interdisciplinariedad o integración con otras ciencias que ayudaron a clarificar las soluciones. De allí que se trabajó con meta conceptos y meta procedimientos, es decir, conceptos y métodos propios de cada ciencia, como los de la botánica, ecología, y edafología. La metodología de campo y de laboratorio utilizada dará una idea de los enfoques geográficos esgrimidos.

Por último, se afirma que, la atomización de las ciencias y de las especialidades, en la actualidad, conducen a la obtención de una visión muy parcializada de la realidad. Esto acentúa la pérdida del conocimiento de la unidad y del sentido axial de la existencia humana.

3.3. Los niveles de organización escalar y de expresión gráfica

Los gradientes escalares con los que se trabajaron fueron, para los ecosistemas, 1:10.000; para los mesoecosistemas, 1:100.000 y para los macroecosistemas, escala de 1:1.000.000.

3.4. Hipótesis

Luego, sobre la base de lo expresado, las hipótesis de trabajo planteadas son, a saber:

- A macroescala, los macroecosistemas del norte de la provincia, responden en sus características, al clima zonal.
- A mesoescala, los mesoecosistemas adecuan sus propiedades al clima local, generado por las formas del modelado.
- A microescala, los ecosistemas, se adaptan a las características del microclima generado por los factores edafo-topográficos y la disponibilidad de agua de los mismos.
- En los ecosistemas escalares se advierten agentes degradadores de la vegetación, índice integrado del medio donde habita.

Cuando una realidad se presenta ante nuestros ojos, la percibimos en forma compleja. Para captarla en su totalidad debemos manejarnos con uno o varios “factores de control” como ejes de conducción en el proceso de análisis dentro de la complejidad.

El clima en sus diferentes escalas responde adecuadamente a esta cualidad. Por ello, se plantearon las hipótesis sobre la base del factor de control considerado para las tres escalas jerárquicas y sus interacciones ecosistémicas.

4. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA ANALIZAR LA DISTRIBUCIÓN, ESTRUCTURA Y REDES DE UNIDADES COMPLEJAS

Estos son variados y nos ayudan en la captación de la realidad en toda su complejidad:

- Método geográfico.
- Método de los “factores de control” para delimitar ecosistemas jerárquicos a nivel espacial.
- Método deductivo-inductivo desde y hacia los diferentes niveles escalares.
- Técnica de análisis simultáneo de la vegetación y su entorno.

Con respecto al método de los “factores de control”, los ecosistemas serán delimitados desde los más influyentes. Así: el clima zonal, a macro escala, las formas del modelado modificador del clima zonal, a mesoescala y los factores edafo- topográficos, generadores del microclima a microescala.

En lo que concierne a la aplicación del método inductivo-deductivo, se logra un enfoque orientador multinivel e integrado que apunta a analizar los ecosistemas del área de estudio en niveles de organización con una dirección de “arriba hacia abajo” y viceversa.

Se analizan también los ecosistemas en sentido horizontal, para conocer las relaciones generales que inciden en su distribución. El trabajo tiene un carácter integrado ya que se recogió en las salidas de campo información sobre varios factores del medio de manera simultánea, a saber: geoformas, erosión, recursos hídricos y pendientes, entre otros. Para ello, se utiliza el Ecograma (ficha de observación simultánea) aplicado por primera vez en J. Morello en su trabajo de las G.U.V.A en el Chaco Argentino, 1968.

Los niveles de organización fisonómica, ecológica, climática y escalar permitieron lograr una correlación entre todos estos elementos.

En escala de complejidad creciente se pueden advertir tres niveles de organización del mundo vegetal:

a. Formación

Es una comunidad homogénea, cuya homogeneidad está dada por la forma o combinación de formas biológicas dominantes, en un ambiente de ecología similar.

b. Grupo de formaciones

Las formaciones con fisonomía similar comprenden este grupo (A. Castellanos y R. A. Pérez-Moreau, 1944).

c. Tipo o clase de vegetación

Es el conjunto de los grupos de formaciones.

Tres niveles de organización climática

a. Microclima

Se considera al nivel climático cercano al suelo, fuertemente influenciado por la topografía y el agua disponible en el suelo.

b. Mesoclima

Es el macroclima modificado por la orografía local.

c. Macroclima

Es el nivel mayor. Coincide con el clima zonal y altitudinal de la región (Bailey, R. 1996: 75)

La preocupación por encontrar las causas de la distribución de la vegetación, llevó a establecer relaciones generales entre los factores o grupos de factores (vinculaciones horizontales en el Cuadro de Interacciones)

y la vegetación en sus diferentes niveles de organización (vinculaciones verticales). Por ello, se realizó, respetando el enfoque multiescalar y los niveles de organización de la vegetación, un cuadro de interacciones taxonómicas y escalares como modelo conceptual sobre la base del cual se realizó el estudio. (Fig. 1)

El método utilizado para delimitar los ecosistemas en aproximaciones escalares, se puede ver claramente graficado en el movimiento de las flechas de la figura 2.

Se aplicó el método de los “factores de control” (Robert Bailey, ob. cit.) en la delimitación espacial de los ecosistemas. Dicho método afirma que a macroescala, el clima zonal es el principal distribuidor de la vegetación (primer eslabón energético de un ecosistema).

Entonces, para el norte de la provincia de Mendoza, se establecieron diferencias climáticas zonales basadas en los índices de Köppen y se hallaron dos grandes conjuntos:

- El clima desértico BW w a y su variante h (desértico, con precipitaciones anuales inferiores a 400 mm.), que abarca la planicie y BS (seco de estepa en la cumbre de la precordillera).
- Los climas variados de alta montaña, a saber: ETH s, cuyo significado es polar de tundra; y EP, que hace referencia al clima polar de hielos eternos, piso sin vegetación excluido de nuestro estudio (Federico Norte, 1996).

Como consecuencia de esta diferenciación climática macroescalar se establecieron dos macroecosistemas o biomas, que coinciden a su vez con las grandes dominancias de las formas de vida arbórea, arbustiva, herbácea o sus co-dominancias en la gran clasificación de las Macro regiones de la República Argentina del Atlas Total, 1982. De allí que, sobre la base de la clasificación anterior y la aplicación del método de los “factores de control”, para la provincia de Mendoza, surgen dos biomas: Orobioma Altoandino y Bioma del Monte con intrusión puneña. Se hace notar que no se considera el ecotono, según nuestra provincia como bioma transicional pues el mismo, para nuestra consideración, no es ecotonal (aunque reúna tres formas de vida diferentes) sino que, el mismo, es producto de la existencia de gran disponibilidad de agua subterránea (factor de control edafo-topográfico), que permite la escesis de las formas arbóreas freatófitas y no de una diferencia climática zonal.

Una vez establecidos los biomas, diferenciados por el clima zonal, se prosigue, en una escala sucesional menor, a la delimitación del mesoecosistema. Esta delimitación se hará sobre la base de la predominancia en el paisaje de las formas del modelado terrestre dentro de cada uno de los biomas.

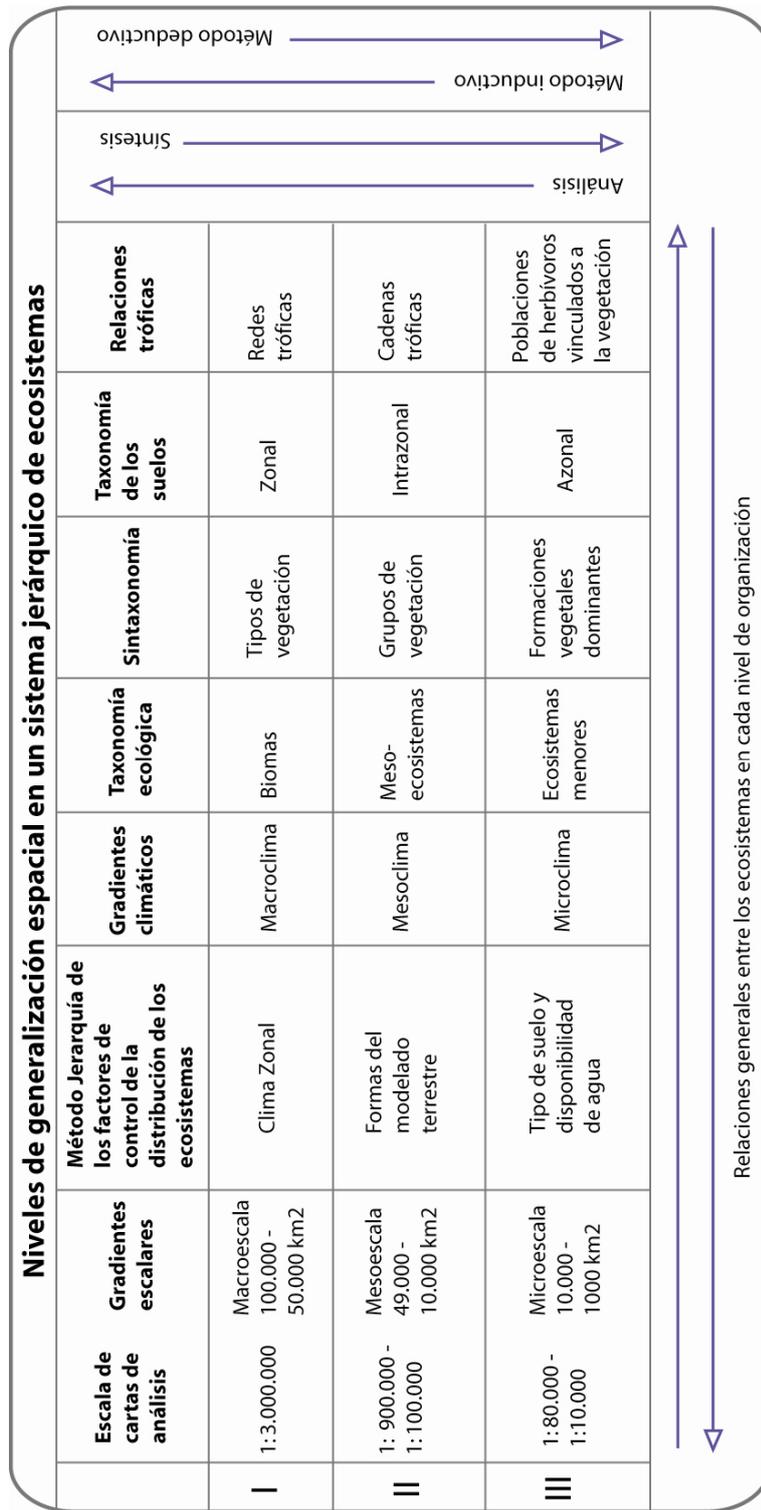


Figura 1- Modelo conceptual. Autor: Moira Alessandro y colaboradores. Año 2008

Como es posible observar en el norte de la provincia de Mendoza existen dentro de cada bioma, formas del modelado terrestre que permiten establecer diferenciaciones del clima zonal en la escala de los ecosistemas. A saber, si se toman en consideración el Bosquejo geomorfológico del Dr. Ricardo Capitanelli, (1967) y el Mapa geomorfológico Mendoza, sector norte, elaborado por Elena Abraham (2000), se pueden distinguir, a la sazón, las siguientes unidades geomorfológicas: 1- Región de las montañas con: a- cordillera principal, b- cordillera frontal y c- precordillera y 2- Región de las planicies con las siguientes geoformas: d- piedemonte, e- depresiones y valles f- bad-lands o huayquerías y otras, que no corresponden a nuestro estudio. Unidades geomorfológicas que contribuyen a delimitar mesoecosistemas, como se verá más adelante.

Posteriormente, siguiendo el método, dentro de cada mesoecosistema se configurarán ecosistemas menores. Estos surgirán sobre la base de establecer las diferenciaciones edafo-topográficas junto con la disponibilidad de agua en cada uno de los ecosistemas, cuyas denominaciones aparecerán a medida que se avance en el trabajo (figura 2).

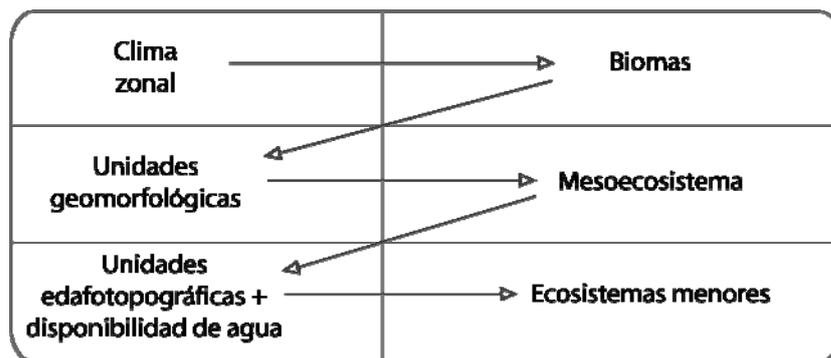


Figura 2- Método adoptado para delimitar espacialmente los diferentes ecosistemas en niveles jerárquicos. Autor: Moira Alessandro y colaboradores. Año 2008

4.1. El Clima zonal y la distribución de los biomas

El clima zonal diferencia el Orobioma altoandino del bioma del Monte con intrusión puneña. Si aplicamos la clasificación empírica como la de Köppen, en la que se combinan precipitaciones y temperaturas se puede caracterizar cada zona climática por la formación vegetal resultante. (Norte, Federico, 1996).

La clasificación de Köppen original es del año 1918. Posteriormente, él y otros seguidores geógrafos y climatólogos como Trewartha la han adaptado y mejorado. Esto permite que en la actualidad siga siendo la clasificación climática más utilizada.

El objetivo de esta clasificación fue diseñar fórmulas que pudieran definir fronteras climáticas de tal modo que se correspondan con aquellas zonas de vegetación que él había estado diseñando durante toda su vida. Está basada en la subdivisión de los climas terrestres dentro de cinco grandes tipos, los cuales están representados por las letras mayúsculas A, B, C, D y E. Cada uno de estos tipos de clima, está definido por criterios de temperaturas. En cambio el tipo B está basado en un criterio hídrico es decir que designa los climas en los cuales el factor determinante de la vegetación es la sequedad, definida por la relación entre las precipitaciones que penetran en el suelo donde las plantas crecen y la evaporación que hace que se pierda esta humedad.

Los otros tipos están basados en un criterio térmico, como señalamos arriba, la temperatura define los otros cuatro grandes tipos climáticos. Estos son subdivididos, con letras adicionales otra vez, usadas para designar varios subtipos. Por este motivo, la clasificación de Köppen está formulada sobre la base de combinación de letras.

El norte de la provincia de Mendoza posee, como se sabe, al oeste, elevadas montañas con clima seco, frío y ventoso y precipitaciones níveas invernales. Además, en sectores de mayor altitud, ocurren precipitaciones níveas durante todo el año.

Al este, se extiende una llanura con características climáticas muy diferentes a las de las montañas, salvo en el déficit hídrico, común a toda la provincia. La llanura posee un clima seco con veranos muy cálidos, gran evapotranspiración potencial, precipitaciones estivales concentradas, torrenciales y escasas. Por consiguiente, según la clasificación de Köppen, los climas característicos de la llanura, son:

- BS: "Estepa", árido caracterizado por sus praderas.
- BW: "Desértico", árido con precipitaciones anuales inferiores a 400 mm.

Y de las montañas:

- c- ETHs : Polar de tundra y
- d- EP: Polar de hielos eternos, piso sin vegetación

Entonces, sobre la base de esta diferenciación climática podremos realizar, a macroescala, la clasificación en dos grandes biomas:

- OROBIOMA ALTOANDINO con clima zonal frío
- MONTE CON INTRUSIÓN PUNEÑA con clima zonal seco

Para cada uno de estos biomas se elabora un modelo de red trófica donde se muestran las vinculaciones entre las diferentes cadenas alimentarias vinculadas con la flora dominante de los espacios considerados.

4.2. Las unidades geomorfológicas como factores de diferenciación espacial del segundo nivel escalar en los mesoecosistemas.

Las unidades geomorfológicas, como se dijo, generan una variación moderada en los climas zonales transformándolos en climas de orden local y, sujetos a esas formaciones, los ecosistemas se distribuyen espacialmente de la siguiente manera, según Capitanelli, R y Abraham, E. M. (ob. cit) (Adaptado) son, a saber:

- a - Cordillera frontal (2.700 hasta 6.900 msnm)
- b - Cordillera principal (1.800 hasta 2.700 msnm)
- c - Precordillera (1.600 hasta 2.700 msnm)
- d - Semibolsón intercordillerano (1.800 msnm)
- e - Cerrilladas pedemontanas (1600 hasta 1.200 msnm)
- f - Meseta o cerrillada baja (1.400 msnm)
- g - Huayquerías (1.000 msnm)
- h - Llanuras orientales fluvio-eólicas (500 msnm)
- i - Gran depresión central (880 msnm)

Sobre la base de estas formas del modelado diferentes se establecieron nueve mesoecosistemas. Ellos son:

- 1-MESOECOSISTEMA ALTOANDINO
- 2-MESOECOSISTEMA ANDINO
- 3-MESOECOSISTEMA DEL SEMIBOLSÓN DE USPALLATA Y VALLE INTERMONTANO
- 4- MESO ECOSISTEMA PRECORDILLERANO PUNEÑO
- 5-.MESOECOSISTEMA DE LAS PLANICES AGRADACIONALES PEDEMONTANAS CORDILLERANAS Y PRECORDILLERANAS
- 6- MESOECOSISTEMA DE LA GRAN DEPRESIÓN CENTRAL
- 7- MESOECOSISTEMA DE LA MESETA
- 8- MESOECOSISTEMA DE LAS HUAYQUERÍAS
- 9- MESOECOSISTEMA DE LAS PLANICIES

Para cada uno de los ecosistemas medianos se elaboró un modelo de cadena trófica con el objeto de identificar las relaciones alimentarias, lo que ampliará el conocimiento de la interacción de la vida vegetal y animal en el espacio considerado.

Se entiende por cadena trófica cada una de las relaciones alimentarias que se establecen de forma lineal entre organismos que pertenecen a

distintos niveles tróficos. Con el objeto de incluir los elementos abióticos, la posible degradación antrópica, la posibilidad de la emergencia de nuevas conductas, el contexto biótico como la estructura y cobertura de la vegetación, las formas biológicas dominantes, a la cadena trófica -saliendo del esquema tradicional unilineal de los modelos de cadenas conocidos-, se intentó representarla sobre la base conceptual de una bicicleta. (F. Capra, 1999) (Figura 3). Con ello, se pretende, realzar el dinamismo de las vinculaciones entre la energía solar, el agua disponible, el suelo, el entorno, con la especie productora y el resto de los representantes de los niveles sucesivos. Con esta figura se puede traslucir el reciclado de la materia y el contradictorio destino de la energía: en pérdida sucesiva de calor (entropía) y el renacimiento o surgimiento de la energía en sus propiedades emergentes.

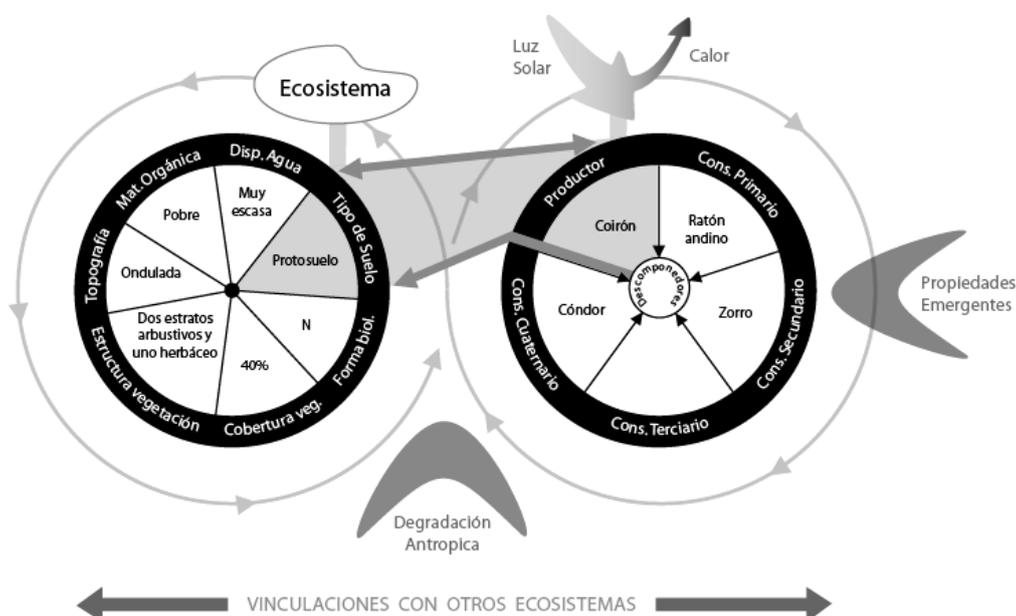


Figura 3 - Base conceptual del modelo de cadena trófica de los ecosistemas.
 Autor: Moira Alessandro. Año 2008

4.3. La distribución de los ecosistemas desde la micro hacia la macroescala

Este camino nos permite analizar inductivamente en forma integrada y simultánea los ecosistemas a través de la realización de Ecogramas tomando como base las formaciones vegetales de Mendoza, en diferentes medios. Se parte de la observación directa en los trabajos de campo de tal modo que se pueden analizar los factores ecológicos y la distribución de la vegetación en diferentes niveles escalares.

Observación que permite integrar en una mirada totalizadora gran parte del paisaje. W. D. Billings, en su libro “Las plantas y el ecosistema”, capítulo II, comienza diciendo que:

“Un medio ambiente ocupa un espacio tridimensional y se extiende a lo largo del tiempo. Pero, esto no significa que el medio ambiente sea uniforme a través del espacio y del tiempo. Por el contrario, el medio ambiente natural casi siempre muestra gradientes verticales y laterales en su dimensión espacial y en su dimensión temporal, refleja los poderosos ciclos diurnos y anuales, de radiación solar y, algunos medios, muestran cambios acumulativos, lentos o rápidos, tales como la erosión de tierras superficiales y la sedimentación de lagos y lagunas.” “Por lo tanto, lo mejor es considerar espacio y tiempo, mas bien como dimensiones del medio ambiente que como factores o componentes” (W. D. Billings, 1968: 7)

Los datos relevados en las planillas de observación simultánea son, a saber:

Formaciones vegetales, unidades fisonómicas, geoformas, pendiente, altura, localización con GPS, grupo de factores ecológicos observados, cobertura, estratos y composición florística, características del suelo, recursos hídricos o disponibilidad de agua, fauna nativa / manifestaciones de procesos naturales, actividades antrópicas actuales, degradación antrópica y geosistema asociado.

4.4. Los suelos y la disponibilidad de agua como ordenadores causales y de distribución del tercer orden de ecosistemas

Con esta aproximación se llega a nivel microescalar, donde las características del suelo y de la disponibilidad de agua, marcan las diferencias entre los ecosistemas menores. Estos se delimitarán a partir de la información que las diferencias edafo-topográficas, la disponibilidad de agua y las formaciones vegetales nos brinde porque:

“La vegetación en sus diferentes niveles de organización integra y manifiesta los factores generales del medio, mientras que los climas en sus diferentes escalas generan, preferentemente, la distribución de la vegetación” (Alessandro de Rodríguez, Moira, Tesis Doctoral, año 2003)

En este nivel, se confrontarán permanentemente las observaciones de campo con documentación cartográfica, por ejemplo el Mapa de vegetación de la provincia de Mendoza de Fidel Roig y otros (1996) y la Carta de los suelos de Mendoza de la ingeniera María Cecilia Regairaz (2000: 59-62)

La ingeniera Regairaz ha establecido según la clasificación del Sistema Soil Taxonomy, Subgrupo taxonómico Soil Survey Staff, 1975, cinco tipos de suelos para la provincia de Mendoza. Se le asigna ese tipo cuando se presenta como dominante mayor en la superficie areal de la unidad de mapeo

(Regairaz, M. C., 2000: ob. cit.). Los cinco tipos están con sus prefijos y sufijos característicos (Torri para climas áridos a semiáridos, Usti para climas semiáridos a subhúmedos, Ácuico para drenaje pobre) los que se detallan a continuación:

- 1- ENTISOLES o suelos de escaso desarrollo
- 2- INCEPTISOLES suelos de escaso desarrollo pero más desarrollados que los Entisoles
- 3- ARIDIZOLES suelos de climas áridos (Evaporación mayor que la precipitación)
- 4- MOLISOLES suelos con horizontes superficial mólico rico en materia humificada altamente descompuesta e íntimamente unida a la fracción mineral de suelo y con saturación de bases elevadas (fértil)
- 5- HISTOSOLES o suelos orgánicos

Estos tipos de suelos son considerados para la diferenciación de los ecosistemas, según sus características tipológicas, además de la observación directa de las características físicas de los mismos. Como complemento se agrega información sobre la tipología de los suelos según los regímenes de humedad y térmico que sintetizarán el concepto de edafoclimas para cada ecosistema.

Luego, se realizan análisis de coincidencias entre la vegetación, la fauna asociada con los factores edafo- topográficos y la disponibilidad de agua en el suelo. Con esta información se hallan los límites de estos ecosistemas que denominamos "menores" (1.000 km² aproximadamente) y no microecosistemas. Según la diferenciación basada en la topografía, los suelos y la disponibilidad de agua se delimitan 15 ecosistemas, a saber:

- A- Ecosistema del piso periglacial (Cordillera Principal / Frontal)
- B- Ecosistema del piso paraperiglacial (Cordillera Frontal/ Principal)
- C- Ecosistema del piso de la vertiente oriental de transición (Cordillera Frontal)
- D- Ecosistema discontinuo de vegas cordilleranas (Cordillera Frontal)
- E- Ecosistema de la base del semibolsón de Uspallata (Depresión entre Cordillera frontal y Precordillera).
- F- Ecosistema de los salitrales recientes.
- G- Ecosistema del valle intermontano inferior del Río Mendoza.
- H- Ecosistema de las vertientes de umbría (Precordillera).
- I- Ecosistema discontinuo de las pampas de alturas (Precordillera)
- J- Ecosistema de las vertientes de solana (Precordillera).
- K- Ecosistema pedemontano discontinuo.
- L- Ecosistema del borde occidental de la depresión central.
- M- Ecosistema de la meseta del guadal.
- N- Ecosistema de las redes de huaycos.
- O- Ecosistema de la travesía de Guanacahe con medanos móviles.

- P- Ecosistema de la travesía del Tunuyán con medanos fijos
- Q- Ecosistema de los salitrales antiguos
- R- Ecosistema de las áreas de inundación de los ríos Mendoza y Desaguadero

4.5. Delimitación y distribución espacial de los ecosistemas escalares

Se elabora un árbol taxonómico de los ecosistemas con el objeto de lograr cartografiar los macroecosistemas, los mesoecosistemas y los ecosistemas menores. Se vincula el árbol con las redes tróficas, a nivel de macroescala; con las cadenas, a nivel de mesoescala y con las poblaciones de mamíferos herbívoros, y omnívoros (para reconocer la vinculación espacial entre los consumidores de primer orden y las formaciones dominantes) a microescala (Figura 4). Una vez integrados los ecosistemas en sus niveles escalares se procede a encontrar las vinculaciones horizontales entre la vegetación y el ambiente. Se sugiere, en esta investigación, un esquema inicial básico de configuración de las diferentes relaciones ecosistémicas a diferentes escalas.

5. LA COMPLEJIDAD

5.1. Intra ecosistémica

El mayor grado de complejidad generalmente se encuentra asociado con una mayor estabilidad de los ecosistemas naturales, por ende, de un paulatino acercamiento hacia etapas previas al clímax. En consecuencia, se observa un progresivo desarrollo de los suelos y una mayor retención y aprovechamiento del agua por parte de los mismos.

La mayor o menor estabilidad de los ecosistemas dependerá simultáneamente del grado de la impronta humana y de las características naturales más o menos inestables.

Las actividades desarrolladas por el hombre en los ecosistemas pueden o no ser negativas para los mismos, por lo que una o varias acciones humanas pueden generar cambios en los ecosistemas afectando directa o indirectamente al resto de los elementos constitutivos. Así, un incendio genera disminución de la cobertura vegetal, del número de estratos de la misma, por consiguiente, la pérdida de suelo y la regresión numérica de la fauna.

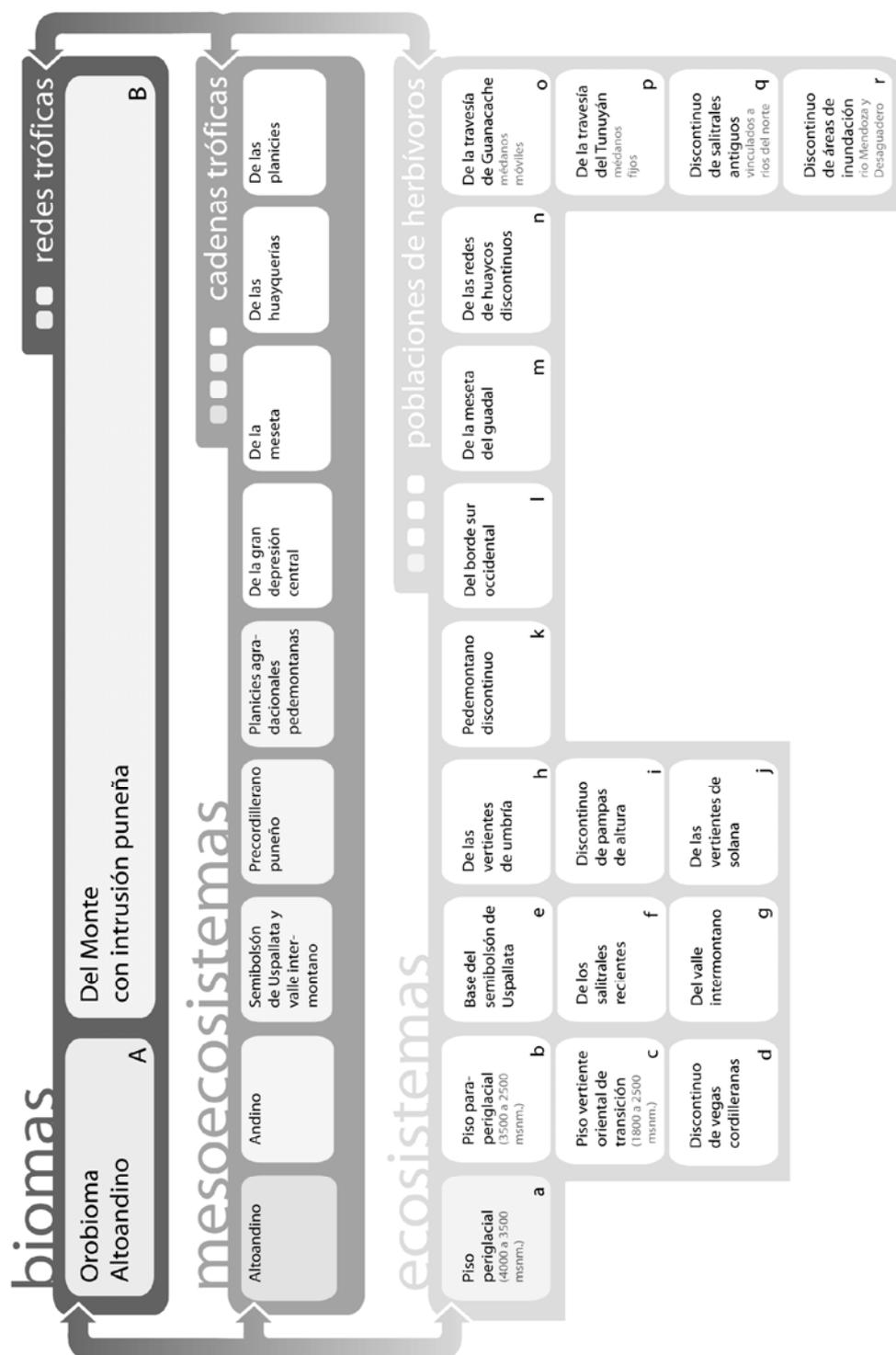


Figura 4 - Árbol taxonómico de la jerarquía de los biomas vinculado con la redes y de los mesoecosistemas con las cadenas tróficas. Relación de las poblaciones de mamíferos herbívoros vinculados con la vegetación de los ecosistemas. Fuente: Moira Alessandro y colaboradores. Año 2009.

Mientras que la creación de un área protegida favorecerá el desarrollo de la cobertura vegetal y de la fauna asociada.

Si se aplican los principios del desarrollo sostenible y las técnicas de conservación y desarrollo integrado de los recursos naturales, el impacto negativo, es decir, la degradación será menor.

5.1.1. Comparación de la complejidad bio-geoestructural de los ecosistemas

Se han comparado los distintos factores geoestructurales y antrópicos de cada uno de los ecosistemas. Como son, verbi gracia: las formaciones vegetales dominantes, fauna asociada, factores naturales e impronta antrópica positiva y negativa.

En cuanto a las formaciones vegetales se tomó en cuenta la cobertura observada en áreas homogéneas, a través de la estimación visual. Se clasificó en tres: de 0-33% (con valor 1); de 33-66% (con valor 2) y de 66-100 % (con valor 3). La estructura de la vegetación en cuanto a los estratos se clasificó de la siguiente manera: los arbóreos y arbustivos en: bajo (1), medio (2) y alto (3). Pero, el subarbustivo se lo valoró según la presencia con valor uno (1) y su ausencia con cero (0). El último estrato considerado, el herbáceo, se diferenció en: bajo (1) y medio (2).

De la fauna asociada se tuvo en consideración las manifestaciones observadas como: huellas, heces, cuevas, nidos, etc. Se le dio valor uno (1) a la presencia de estos indicadores y (0) a la ausencia.

En cuanto a los factores naturales se consideró el suelo, clasificado en: presencia con valor uno (1) y ausencia con valor cero (0) refiriéndose al protosuelo o roca.

La topografía se clasificó en ondulada con valor 1 y llano, con valor 2, categoría basada en la idea de Bailey (1996) de que el relieve llano responde al clima zonal que favorece la evolución del suelo y de las biocenosis hacia el clímax. Mientras que el ondulado (relieve positivo o negativo) aleja a la biocenosis de su evolución hacia el estado de mínimo equilibrio. La hipotética disponibilidad de agua está clasificada en baja, media y alta, con valores de 1, 2 y 3 respectivamente y se basa en la observación directa y satelital de cursos permanentes, temporarios tanto como en la cobertura de la vegetación; presencia y ausencia de árboles (como índices integradores indiscutibles del medio).

En cuanto a la impronta humana, se tuvo en cuenta la presencia (1) o ausencia (0) de áreas protegidas. La incidencia negativa se estima en (-1), si es baja; en (-2), media y (-3), alta. Estos índices son el resultado de la

observación detallada del pisoteo, deforestación, presencia de residuos sólidos, explotación de áridos, ripieras y explotación de petróleo. La proporción del ecosistema afectado se clasificó en función del porcentaje de la superficie degradada en los siguientes intervalos: 0-33 %, 33-66 % y 66-100 %, surgiendo las clases: baja (-1), media (-2) y alta (-3)

Una vez realizadas todas las observaciones se obtuvieron los valores totales de la complejidad ecosistémica. A mayor valor registrado mayor cantidad de relaciones ecosistémicas, es decir, mayor complejidad.

El valor mínimo correspondió a 1 y coincide con el ecosistema denominado: De las redes de huaycos. Mientras que el máximo fue de 13 para los ecosistemas De los salitrales antiguos - salitrales vinculados a los ríos Mendoza, San Juan, Tunuyán y Desaguadero-.

Una vez obtenidos los datos de la complejidad de cada ecosistema se los agrupó en tres clases. A la primera de ellas se le otorgó la denominación de clase o Grado 1 y contiene a todos los ecosistemas que presentan una complejidad de entre 0 y 4; a la segunda, Grado 2, con una complejidad de entre 5 y 9 y a la tercera clase, Grado 3, con complejidad de entre 10 y 14.

Se habla de grados de complejidad 1, 2 y 3 y no de complejidad alta, media y baja, ya que los valores obtenidos son relativos -no absolutos-, en función de parámetros temporales, espaciales y dinámicos. Respecto a los primeros porque la complejidad puede variar en un lapso de tiempo determinado aumentando o disminuyendo por causas naturales o antrópicas. Ahora bien, los parámetros espaciales se refieren a la posibilidad de contextualizar el espacio en una escala mayor, por ejemplo un ecosistema del noreste del país, como la selva, poseerá una complejidad notablemente mayor que cualquiera de los ecosistemas mendocinos. Por lo antes dicho, catalogar a un ecosistema como de alta complejidad imposibilita su comparación con otros que posean realidades ambientales diferentes.

Dentro del grupo de ecosistemas pertenecientes al Grado 1 se encuentran, a saber: Del piso periglaciario, De los salitrales de Uspallata, Del valle intermontano, De la vertiente precordillerana de umbría, Discontinuo pedemontano y De las redes de huaycos.

Los ecosistemas pertenecientes al Grado 2 son: Del piso paraperiglaciario, Del piso de la vertiente oriental de transición, Discontinuo de las vegas cordilleranas, Discontinuo de las pampas de altura, De las vertientes de solana, Del borde occidental de la depresión central, De la meseta del Guadal y De las áreas de inundación.

Los ecosistemas pertenecientes al Grado 3 son: De la Travesía de Guanacache, De la Travesía del Tunuyán y De los salitrales antiguos.

La mayor o menor complejidad observada en cada uno de los ecosistemas responde tanto a factores naturales como el microclima, y a la acción antrópica negativa.

Con respecto a su dinamismo se puede afirmar que todos los ecosistemas de Mendoza son inestables y/o rexistásicos (predomina la erosión por sobre la edafización) por tener clima seco en las planicies y frío en las montañas, motivo por el cual nunca podrían clasificarse como altamente complejos.

Dentro del grupo de Grado 1 se encuentran los ecosistemas con menor complejidad del norte de la provincia Mendoza, esto se debe a la rigurosidad de las condiciones naturales presentes como por ejemplo la ausencia de suelos, la escasa disponibilidad de agua, la pronunciada pendiente, la altura, etc. Sólo un ecosistema, el Discontinuo pedemontano, presenta baja complejidad como consecuencia de la influencia de factores antrópicos negativos. Sin embargo, se observa una diferencia en cuanto a la degradación entre el sector norte y sur del ecosistema en cuestión, siendo éste último el más afectado debido a su cercanía con el Gran Mendoza.

El grupo de Grado 2 se encuentra representado por ecosistemas con complejidad levemente creciente debido a que las condiciones ambientales son menos extremas y las influencias antrópicas no son significativas, salvo el caso del ecosistema de la Base del Semibolsón de Uspallata. Este se encuentra parcialmente modificado debido a la presencia del asentamiento humano conocido como Villa de Uspallata, en la cual se desarrollan múltiples actividades como: puesto militar, turismo, ganadería, agricultura, parador de transporte de carga internacional, etc.

Dentro del grupo Grado 3 se encuentran los ecosistemas con mayor complejidad del norte de la Provincia de Mendoza debido a que las condiciones naturales son más favorables comparadas con las del resto de los ecosistemas analizados. La disponibilidad de agua es el elemento natural con mayor influencia, especialmente la de origen subterráneo. Esta permite el desarrollo de una cobertura vegetal arbórea freatófita y arbustiva triestratificada. Por ende, hay mayor disponibilidad de materia orgánica para el suelo y mayor biodiversidad.

Estos hechos están corroborados, en un trabajo de investigación realizado por Villagra, Villalba y Boninsegna, publicado en 2005. En este, se compara el crecimiento de los árboles de *Prosopis flexuosa* en las reservas naturales de Telteca (perteneciente al ecosistema de la travesía de Guanacache) y de Ñacuñán en el ecosistema de Tunuyán. Se comprueba que: a- en Telteca, las precipitaciones anuales totales son de 159 mm, mientras que las de Ñacuñán, de 329 mm., b- que la accesibilidad de las

raíces, en Telteca, es de 10 a 15 m, mientras que en Ñacuñán es de 70 m de profundidad, c- que en los primeros estadios de crecimiento del algarrobo, en Telteca es lento, e- la primera etapa de crecimiento de los algarrobos en Ñacuñán es rápido. Si se observan estos patrones de crecimiento se debe pensar que en Telteca las aguas freáticas están más cerca de la superficie mientras que en Ñacuñán no. Pero, al principio las neófitas se nutren de las precipitaciones por lo que en Ñacuñán crecen más rápidamente que en Telteca por las mayores precipitaciones disponibles. (Villagra y otros, 2005)

La influencia antrópica es escasa, excepto en la Travesía de Guanacache con médanos móviles, donde se desarrollan actividades como ganadería caprina en pequeños asentamientos y actividad turística-religiosa.

A continuación se realizaron gráficos sobre la diversidad y la complejidad de los ecosistemas del norte de la provincia de Mendoza para representar la cantidad de ecosistemas y la proporción de los grados de complejidad (Figura 5).

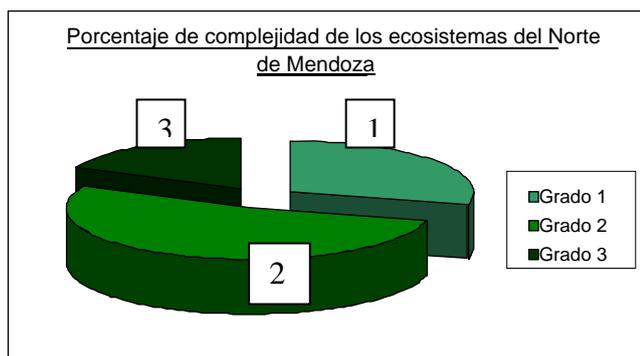


Figura 5- Porcentaje de la complejidad de los ecosistemas del Norte de Mendoza. Fuente: Moira Alessandro y colaboradores. Año 2009

Del 100 % de los ecosistemas identificados en el norte de la provincia de Mendoza, el 29% corresponde al grado 1, el 53 % al grado 2 y sólo el 18 % al grado 3, es decir que la mayoría se encuentra en una situación intermedia de complejidad, seguidos por una complejidad escasa y en tercer lugar aquellos que poseen el mayor grado de complejidad.

La matriz que se expone a continuación constituye una síntesis de la distribución de la complejidad de los ecosistemas espaciales en el norte mendocino (Figura 6).

Del análisis del cuadro que antecede se puede resaltar que los ecosistemas con menor complejidad (Grado 1 y 2) se encuentran localizados

de manera irregular en el espacio mendocino, respondiendo a la acción de factores naturales y/o antrópicos. Los ecosistemas del orobioma altoandino pertenecen al Grado 1 y 2; sólo el ecosistema piso periglacial del mesoecosistema altoandino pertenece al Grado 1, mientras que los ecosistemas pertenecientes al mesoecosistema andino pertenecen al Grado 2. La menor complejidad de los ecosistemas del Orobioma altoandino

BIOMAS	MESOECOSISTEMAS	ECOSISTEMAS MENORES	1	2	3	
ORO BIOMA ALTO ANDINO	Mesoecosistema Altoandino	Piso periglacial	■			
	Mesoecosistema Andino	Piso paraperiglacial		■		
		Piso vertiente oriental de transición			■	
		Discontinuo de vegas cordilleranas				■
DEL MONTE CON INTRUSIÓN PUNEÑA	Mesoecosistema del Semibolsón de Uspallata	Base del semibolsón		■		
		De los salitrales recientes	■			
		Del valle intermontano			■	
	Precordillerano puneño	Vertientes de umbría		■		
		Discontinuo de pampas de altura			■	
		De las vertientes de solana				■
	Planicie agradacional pedemontana, precordillerano-condillerno	Pedemontano discontinuo	■			
	De la gran depresión central	Del borde occidental			■	
	De la meseta	De la meseta del Guadal			■	
	De las huayquerías	De las redes de huaycos discontinuos	■			
	De las planicies	De la travesía de Guanacache				■
		De la travesía del Tunuyán				■
Discontinuo de salitrales antiguos					■	
Discontinuo de áreas de inundación					■	

Figura 6- Matriz de la distribución de la complejidad en los ecosistemas jerárquicos del norte de Mendoza. Fuente: Moira Alessandro y colaboradores. Año 2009

responde a limitantes de tipo natural principalmente como la falta de suelos, la gran altura y las fuertes pendientes.

Los ecosistemas del Monte con intrusión puneña participan en su mayor parte en los Grados 1 y 2, mientras que una menor proporción forma parte del Grado 3. Los ecosistemas de los Mesoecosistemas del semibolsón de Uspallata, Precordillerano puneño, Planicies agradacionales pedemontanas precordillerano y cordillerano, De la gran depresión central, De la meseta y De las huayquerías pertenecen a los Grados 1 y 2.

Estos espacios presentan condiciones naturales menos extremas para la presencia humana, lo que determina que los factores antrópicos comiencen a aparecer con mayor peso. Por otra parte sólo el ecosistema discontinuo de áreas de inundación del mesoecosistema de las planicies pertenece al Grado 2, mientras que el resto corresponden al Grado 3. Esta situación se debe sin duda a que nos encontramos en una gran planicie de acumulación con suelos de origen fluvioeólico, con escasa disponibilidad de agua superficial actual pero con gran disponibilidad de agua subterránea a profundidades moderadas (5 y 20 m), de tal modo que son accesibles para las plantas freatófitas como el algarrobo. Por otro lado, los suelos arenosos guardan en sus profundidades la humedad que luego donan paulatinamente a la vegetación sedienta. La excepción la representa el ecosistema discontinuo de áreas de inundación que localizado espacialmente en las planicies del Este corresponde al segundo grado de complejidad por la influencia antrópica.

Como conclusión de lo observado en el cuadro cabe destacar que los ecosistemas con mayor complejidad del norte de la provincia de Mendoza se localizan en el Bioma del Monte con Intrusión Puneña, dentro del mesoecosistema de las planicies.

De oeste a este se observa un aumento de la complejidad ecosistémica situación que responde a la acción de varios factores. Las altas montañas del oeste presentan condiciones naturales difíciles para la vida, como la gran altura, el clima frío, variable y extremo y la gran pendiente. Estas últimas dificultan el desarrollo de los suelos ya que el clima no favorece el desarrollo de cobertura vegetal, mientras que la pendiente acelera su erosión.

Hacia el este la complejidad ecosistémica aumenta en la mayoría de los casos. Esto responde a la mayor disponibilidad de agua subterránea. Estas condiciones favorecen la instalación del hombre lo que lleva a una mayor utilización del espacio generando modificaciones negativas que originan pérdidas de complejidad ecosistémica.

Esto confirma la idea de que a menor altura y pendiente y mayor cantidad de agua disponible en el sustrato, hay mayor complejidad

ecosistémica. Entonces a medida que avanzamos hacia el oeste la complejidad disminuye en relación directa con la presencia de suelos ausentes y la menor disponibilidad de agua en el suelo, situación que repercute directamente sobre la cobertura vegetal.

5.2. Complejidad interecosistémica

5.2.1. Aproximaciones escalares verticales

Se ha podido observar que existen relaciones de tipo vertical entre las distintas escalas de análisis. Esta situación se comprueba a partir de los factores de control, ellos son a macroescala, el clima zonal que determina dos grandes biomas provinciales (con magnitudes espaciales que van desde los 100.000 hasta aproximadamente los 50.000 km²); a mesoescala, las formas del modelado terrestre originan nueve mesoecosistemas con magnitudes menores (50.000 – 10.000 km²), y a microescala, los factores edafotopográficos y la disponibilidad de agua conforman 18 ecosistemas menos extensos (10.000 – 500 km²).

Entonces, a modo de cajas conteniendo otras más pequeñas, se puede ejemplificar lo siguiente: a macroescala, el Orobioma Altoandino (con clima frío y seco), contiene dos mesoecosistemas: el Altoandino (Cordillera Principal) y el Andino (Cordillera Frontal). El primero contiene al ecosistema denominado Piso periglacial y en el segundo, tres ecosistemas, a saber: Piso paraperiglacial, Piso vertiente oriental de transición y el Discontinuo de vegas cordilleranas.

Lo mismo sucede con el bioma del Monte con intrusión puneña. Como se ha visto en la metodología del trabajo, se vinculan a nivel vertical los macro, meso y microecosistemas.

6. CONEXIONES HORIZONTALES: REDES TRÓFICAS Y CADENAS

Las conexiones horizontales están determinadas por relaciones tróficas dentro de cada nivel escalar. Entonces para la macroescala se ejemplifican dos modelos de redes tróficas, una para el Orobioma altoandino y otra para el Monte con intrusión puneña.

Los macroecosistemas se caracterizan por su gran tamaño y su diversidad natural, lo que los hace ricos en componentes biológicos pudiendo determinar así numerosas interacciones, tales como las de orden trófico. Las redes tróficas permiten visualizar una amplia gama de ejemplos de organismos animales y vegetales de diversos ecosistemas en sus relaciones alimentarias. Por este motivo son los animales, con su capacidad de desplazamiento los responsables de las mayores interacciones entre los distintos espacios y sus componentes bióticos.

Mientras que los mesoecosistemas también presentan numerosas interacciones como los son los nueve modelos de cadenas tróficas. Cada una de ellas responde a la fisonomía de la vegetación, a la flora y a la fauna de las regiones biogeográficas de la provincia de Mendoza: de alta montaña, de montaña, de piedemonte y de monte o llanura.

Los mesoecosistemas tienen una escala menor no sólo espacial sino también en cuanto a sus relaciones tróficas, las cuales se encuentran reducidas debido a la influencia directa que las condiciones naturales tienen sobre los componentes bióticos. Así los animales de cada región zoogeográfica presentan rasgos bioecológicos y estrategias adaptativas favorables a su ambiente, pudiéndose desplazar temporariamente.

En cuanto a la microescala (ecosistemas menores), ésta se encuentra desarrollada a partir del análisis de casos. Cada mesoecosistema se encuentra integrado por varios ecosistemas, representados por la descripción bioecológica de las poblaciones de los herbívoros mamíferos característicos del sitio.

La elección del mamífero herbívoro se fundamenta sobre la base de dos hechos principales: a- sirven como nexos entre los productores y el resto de los consumidores permitiendo el desarrollo de relaciones tróficas y por consiguiente del flujo de la energía y de la materia dentro de los ecosistemas; b- son de fácil observación directa (por su cantidad y tamaño) o indirecta (cuevas, huellas, excrementos, restos). Es por ello que se eligieron la rata chinchilla, el guanaco, el tuco tuco, la vizcacha, el pichy y otros como representantes de los ecosistemas menores de la provincia. Por supuesto que esto es sólo una muestra de modelos (simplificación de la realidad) de redes, cadenas y poblaciones.

7. EL FACTOR TIEMPO UNIDIRECCIONAL Y RECURSIVO

Los cambios de la vegetación en los ecosistemas, por influencia antrópica, son un hecho cotidiano. Es por ello que se considera que la degradación de los ecosistemas es constante y se va incrementando cada vez más, a pesar de las numerosas medidas de preservación que el hombre ha generado como las técnicas de conservación y desarrollo integrado de los recursos naturales.

Las acciones constantes de degradación le imprimen a los ecosistemas un fluir del tiempo unidireccional, lineal. Pero, las medidas que se aplican para conservarlos del paulatino deterioro se convierten en la flecha del tiempo, con sentido contrario. Esto significa la recursividad del tiempo y, por ende. El renacimiento de la energía con la posibilidad de recobrar la vida que se perdía.

El ecosistema que padece una de las mayores degradaciones es el del piedemonte de la sierra de Uspallata, en frente de la ciudad capital de Mendoza. Ecosistema que se toma como caso de estudio para cotejar de qué manera -a través de un estudio comparativo con un área de la Reserva Divisadero Largo, no muy extensa-, se ha frenado, puntualmente, el deterioro del piedemonte.

7.1. Niveles de generalización en un sistema jerárquico espacial y temporal de ecosistemas para el norte de Mendoza

En el cuadro, que se muestra a continuación, se sintetiza el trabajo en niveles de generalización jerárquica espacial y temporal de los biomas, meso ecosistemas y ecosistemas menores del norte de Mendoza.

Esta información está estructurada en función de las escalas, de los factores de control predominantes a cada nivel escalar. Por eso los niveles de información son diferentes y se puede comprender tanto si se comienza a leer desde la micro a la macroescala o viceversa.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación se plantearon diversos objetivos que se cumplieron en todos los casos.

1 - Establecer las unidades multiescalares para cada bioma.

Este fue cumplimentado en el momento de aplicar el método de los factores de control donde quedaron delimitados los mesoecosistemas y los ecosistemas menores.

2 - Identificar los diferentes ecosistemas presentes entre los 32° y 34° latitud sur.

Los ecosistemas menores fueron identificados y delimitados en función de los factores de control para la microescala.

3 - Localizar las entidades analizadas en el espacio mendocino

Se localizaron los ecosistemas medianos y menores en el bosquejo.

4- Describir las características y la complejidad de estos sistemas de vida y sus causas.

Se describieron los ecosistemas en cuanto a sus elementos abióticos, bióticos y se creó nueve cadenas tróficas sobre la base de un modelo

didáctico para cada mesoecosistema (semejante a una bicicleta) donde se muestran mediante flechas, la entrada y salidas de energía, el reciclado de la materia y las posibles degradaciones e hipotéticas propiedades emergentes. El contenido dentro del esquema de las cadenas ha sido ampliado en el texto para docentes.

Con respecto a la complejidad de los ecosistemas, se encontraron tres grados de complejidad, dentro de los márgenes de ecosistemas en medios rexistásicos. Las causas de la menor complejidad son naturales, en los ambientes de montaña y antrópicas en el piedemonte. Las de mayor complejidad son naturales en las planicies por la existencia de agua subterránea suplementaria.

5- Se cree que en el ecosistema pedemontano analizado como caso especial, la recursividad temporal de la preservación sobre el deterioro es lento y casi imperceptible en el espacio. Por lo que se debe tomar medidas en la creación de nuevas reservas para proteger los ecosistemas

6- Describir las características y la complejidad de estos sistemas de vida y sus causas. Se describieron los ecosistemas en cuanto a sus elementos abióticos, bióticos y se creó nueve cadenas tróficas sobre la base de un modelo didáctico para cada mesoecosistema (semejante a una bicicleta) donde se muestran mediante flechas, la entrada y salidas de energía, el reciclado de la materia y las posibles degradaciones e hipotéticas propiedades emergentes. El contenido dentro del esquema de las cadenas ha sido ampliado en el texto.

Con respecto a la complejidad, se encontraron tres grados dentro de los márgenes de ecosistemas en medios rexistásicos. En cuanto a las causas de la menor complejidad, estas son naturales, en los ambientes de montaña y antrópicas en el piedemonte.

Las de mayor complejidad son naturales en las planicies por la existencia de agua subterránea suplementaria. Se cree que en el ecosistema pedemontano analizado como caso especial, la recursividad temporal de la preservación sobre el deterioro es lenta y casi imperceptible en el espacio. Por lo que se debe tomar medidas en la creación de nuevos espacios pedemontanos para proteger contra el avance urbano.

7 - Relacionar jerárquicamente las formaciones vegetales con el clima, el modelado terrestre y los factores edafo-climáticos.

Se relacionaron jerárquicamente las formaciones vegetales con el clima, el modelado terrestre y los factores edafo-climáticos en todo el texto y en el cuadro sintético final. También la lectura del texto y los epígrafes de las fotografías responden a la consideración jerárquica.

NIVELES DE GENERALIZACIÓN EN UN SISTEMA JERÁRQUICO ESPACIAL Y TEMPORAL DE ECOSISTEMAS PARA EL NORTE DE MENDOZA

MACROESCALA	FACTOR DE CONTROL	MACROCLIMA	MACROECOSISTEMA	TIPOS DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE	TIPO DE SUELO (M.C. REGARAZ. 2000:59-62)	TIPO DE RELACIONES TRCFICAS
1:1.000.000	DIFERENCIACIÓN CLIMÁTICA ZONAL	CLIMAS VARIADOS DE MONTAÑA (ETH s de Köppen)	OROBIOMA ALTOANDINO	CODOMINANCIA ESTEPA ARBUSTIVA SUBARBUSIVA Y HERBÁCEA	Variados ce Montaña	Red del Orobioma altoandino (Figura 1)
		CLIMA DESÉRTICO (BW wa y su variante h y un núcleo de BS)	MONTE CON INTRUSIÓN PUNERA	DOMINANCIA ESTEPA ARBUSIVA	Entisoles y Aridisoles	Red del Monte con intrusión Punera (Fig. 5)
MESOESCALA	FACTOR DE CONTROL	MODELADO TERRESTRE	MESOECOSISTEMAS	GRUPOS DE FORMACIONES PREDOMINANTES	TIPOS DE SUELOS	TIPO DE RELACIONES TRCFICAS
		CORDILLERA PRINCIPAL (desde 4.000 hasta 2.700 msnm)	ALTOANDINO	De arbustos bajos, abiertos xerófitos en cojín, subarbusivos, pastos duros e hidrófilos en vegas	Roca	Cadena Altoandina (Fig. 2)
		CORDILLERA FRONTAL (desde 2.750 h 1.800 msnm.)	ANDINO	De arbustos bajos y abiertos xerófitos y de pastos duros	Roca	Cadena Andina (Fig. 3)
		SEMIBOLSÓN INTERCORDILLERANO (1.800 msnm.)	DEL SEMIBOLSÓN DE USPALLATA Y VALLE INTERM. INF. RÍO NIZA.	De arbustos medianos y abiertos xerófitos inermes	Entisoles y Aridisoles	Cadena del Semibolsón de Uspallata (Fig. 6)
		CORDILLERA (desde 2.500 h 1.800 msnm.)	CORDILLERANO PUNERO	De arbustos bajos y xerófitos pastos duros en la cima	Entisoles	Cadena Precordillerana (Fig. 7)
1:1.000.000	DIFERENCIACIÓN POR LAS FORMAS DEL MODELADO TERRESTRE (MESOCLIMA)	CERRILLADAS PEDIMONTANAS (desde 1.600 h 1.200 msnm.)	PLANICIES AGRADACIONALES PEDIMONTANAS DE LA CORDILLERA	De arbustos espinosos bajos y abiertos	Entisoles	Cadena Planicies agradasionales (Fig. 8)
		BOLSÓN (900 msnm)	DE LA GRAN DEPRESIÓN CENTRAL	De arbustos medianos	Entisoles	Cadena de la Depresión Central (Fig. 9)
		MESETA (1.350 msnm.)	DE LA MESETA	De pastos duros abiertos	Entisoles y Aridisoles	Cadena de la Meseta (Fig. 10)
		SIERRAS BAJAS DE ARENICAS Y ARCILLAS (1.000 msnm.)	DE LAS HUAYQUERIAS	De arbustos xerófitos muy abiertos	Entisoles	Cadena de Huaycos (Fig. 11)
		LLANURAS MEDIANOSAS (650 msnm.)	DE LAS PLANICIES	De arbustos altos y bajos xerófitos con árboles freoatófitos abiertos, alternando con grupos de samófitos y halófilos en médanos móviles	Entisoles	Cadena de las Planicies (Fig. 12)

Figura 7- Primera sección del cuadro de los Niveles de generalización en un sistema jerárquico espacial y temporal de ecosistemas para el norte de Mendoza. Fuente: Moira Alessandro y colaboradores. Año 2009.

8 - Integrar las relaciones verticales y horizontales entre los niveles jerárquicos y su entorno. Este objetivo se cumplió mediante la esquematización de los biomas, mesoecosistemas y ecosistemas menores en los que se realizaron vínculos y relaciones verticales y horizontales.

Las relaciones horizontales sólo se encontraron entre ecosistemas en el mismo nivel escalar. La causa está fundamentada en la movilidad natural de la fauna en la búsqueda de alimento y agua, traspasa los límites de los ecosistemas transportando materia y energía desde y hacia los ecosistemas vecinos.

9 - Identificar los agentes y/o procesos degradadores de la vegetación en la microescala. Este objetivo se logró cuando por la observación directa en el trabajo de campo y el complemento bibliográfico se dan a conocer los agentes y procesos degradatorios.

10 - Valorar el rol de la vegetación como indicadora de los procesos naturales que se desarrollan en el ecosistema.

La vegetación es indicadora de los procesos naturales que se desarrollan en el ecosistema. Este objetivo se cumplió cada vez que se analizó la vegetación en su estructura: multiestratificada, o uniestratificada, abierta, muy abierta o cerrada y en la predominancia de las especies, para conocer cuáles eran los procesos dominantes.

11 - Generar material informativo-didáctico, en diferentes soportes, que estimule la educación ambiental.

Se generó material didáctico en forma de: a- un Texto, en papel y formato digital, con los fundamentos, hipótesis objetivos y los resultados de la investigación, b- un Texto en papel y formato digital para la docencia con el análisis de los ecosistemas y c- un CD para el ecoturismo con información (mapas e imágenes) sobre las Reservas Naturales para desarrollar la actividad en el terreno.

En cuanto a las hipótesis de trabajo estas se han demostrado en su aplicación en el trabajo de investigación. No obstante, en la demostración de la última hipótesis, la degradación de los ecosistemas se puede, cotejar en la actualidad, sólo en el nivel escalar menor, es decir a nivel de las formaciones vegetales en los ecosistemas menores.

Los diferentes métodos enunciados en la introducción como: Método cualitativo, método geográfico, método para delimitar meso-ecosistemas y ecosistemas menores a nivel espacial, método deductivo-inductivo desde y hacia los diferentes niveles escalares, y método de análisis simultáneo de la

vegetación y su entorno fueron convenientemente aplicados en el proceso de la tarea de investigación.

9. CONCLUSIÓN

Los resultados esperados se han obtenido favorablemente y se pueden resumir en las siguientes frases:

- Confirmar que el clima en sus tres niveles constituye un factor primordial en la distribución de los ecosistemas.
- Delimitar los meso-ecosistemas y ecosistemas menores de acuerdo con un criterio escalar y jerárquico. (bosquejo cartográfico sobre la base de un árbol taxonómico)
- Reconocer las interrelaciones (cadenas y redes tróficas) entre los diferentes ecosistemas del norte de la provincia de Mendoza.
- Descubrir los diferentes grados de complejidad estructural de los ecosistemas y sus causas
- Reconocer los problemas ambientales de los distintos ecosistemas habiendo tenido como base a la vegetación (indicadora de los factores del medio).
- Transmitir a la población los conocimientos analizados en un material digital didáctico y atrayente.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, María E. (2000), Mapa geomorfológico Mendoza, sector norte, en el Atlas Básico Tomo II, Argentina Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida. Ed. Elena María Abraham y Francisco Rodríguez Martínez. Programa de Cooperación para la investigación, Junta de Gobierno de Andalucía y Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina.
- ABRAHAM, María E. y RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, Francisco, comp. (2000), Argentina. Recursos y problemas ambientales de la zona árida, en el Atlas Básico Tomo I: Caracterización ambiental. Argentina, Programa de Cooperación para la investigación, Junta de Gobierno de Andalucía y Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina, 144 pp.
- ALESSANDRO DE RODRÍGUEZ, Moira (2003), Enfoque multiescalar del análisis fitoecológico integrado del piso basal del Valle del río de las Cuevas, Mendoza, Argentina, Mendoza, Tesis Doctoral, 421 pp. Inédito.
- ALESSANDRO DE RODRÍGUEZ, Moira y PUCCIARELLI, Natalia (2004), Patrimonio natural: Técnicas para la evaluación de los recursos naturales renovables, en colaboración En el libro Metodología para la enseñanza y la investigación del medioambiente. Mendoza. Ed. Ecogeo, pp. 46-60. I.S.B.N., 987-43-8767-7
- ATLAS TOTAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA, (1982), Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.
- BAILEY, Robert, (1996), Ecosystem Geography. New York. Ed. Springer – Verlag, New York, Inc., 204 pp.
- BILLINGS, W. D., (1968), Las plantas y el ecosistema. México. Ed. Herrero Hnos. Sucesores, S. A. 168 pp.
- CAMPOS, Claudia M. y DE PEDRO, María D.C. (2001), La vida en las zonas áridas. El desierto mendocino. Mendoza. Zeta Editores.
- CAPITANELLI, Ricardo, (1967), "Climatología de Mendoza" en el Boletín de Estudios Geográficos vol. XIV, N° 54-57, Mendoza, Facultad de Filosofía y Letras, UNCuyo, Pág.88. Tesis doctoral
- CAPITANELLI, Ricardo (1992), Geomorfología: procesos y formas del modelado de los terrenos. En Geográfica, Bs. As. Ceyne.
- CAPRA, Fritjof (1999), La trama de la vida. Madrid. Ed. Anagrama.
- GONNET, S. (1998) Influencia del pastoreo sobre población de aves y mamíferos y herbívoros del monte en la región de la Reserva de biosfera de Ñacuñán, Mza, Argentina. En Tesis doctoral. Facultad de Ciencias exactas, físicas y naturales. UN de Córdoba. Córdoba. 166 pp.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y OBRAS PÚBLICAS y DGE, comp. (1999): Guía de educación ambiental. Flora y fauna de Mendoza. Mendoza.
- MORELLO, Jorge (1968): Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino En Serie Fitogeográfica N° 8, Buenos Aires. Ed.

- Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación, INTA, CNIA, Instituto de Botánica Agrícola, 124 pp.
- MORIN, Edgar (1999): *L'intelligence de la complexité*, París. Trad. José Luis Solana Ruiz, p: 47 – 77 [en línea] Disponible en: www.ugr.es/~pwlac/G20_02Edgar_Morin.html.
- NORTE, Federico (1996) Mapa climatológico de Mendoza En Atlas Básico Argentina Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida Tomo II. Ed. Elena María Abraham y Francisco Rodríguez Martínez. Programa de Cooperación para la investigación, Junta de Gobierno de Andalucía y Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina.
- OJEDA, L, et al. (1988): Los vertebrados de la Reserva de Ñacuñán En El desierto del Monte: La reserva de biosfera Ñacuñán. Abraham, E. M. en IADIZA, MAB, UNESCO, R de B Ñacuñán., Córdoba Ed. Triunfar, 226 pp.
- REGAIRAZ, María Cecilia (2000): Carta de los suelos de Mendoza En el Atlas Básico Tomo II, Argentina Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida. Ed. Elena María Abraham y Francisco Rodríguez Martínez, Programa de Cooperación para la investigación, Junta de Gobierno de Andalucía y Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina.
- ROIG, Fidel, MARTÍNEZ CARRETERO, Eduardo y MÉNDEZ, Eduardo, (2000): Mapa de la vegetación de la Provincia de Mendoza IADIZA, CRICYT – Mendoza, Argentina, Escala 1:1.000.000”, en Atlas Básico Tomo II, Argentina. Ed. Elena María Abraham y Francisco Rodríguez Martínez, Programa de Cooperación para la investigación, Junta de Gobierno de Andalucía y Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina.
- VILLAGRA, P. E., VILLALBA, R. y BONINSEGNA, J. A. (2005) *Structure and growth rate of Prosopis flexuosa woodlands in two contrasting environments of the central Monte desert In Journal of Arid Environments*. Buenos Aires, Argentina. Ed. ELSEVIER, p.187-199.

RESUMEN

El trabajo apunta al estudio de los ecosistemas como entidades complejas y jerárquicas, tanto desde el punto de vista escalar como de su diversidad estructural, en el norte de la provincia de Mendoza, hasta los 34° de latitud sur.

Se enfoca el estudio espacial jerárquico desde las diferentes escalas de análisis: micro, meso y macroescala. La macroescala es semejante al nivel de los biomas (macroecosistema); la mesoescala, a los ecosistemas definidos, por la diferenciación geomorfológica, entre otros factores, (mesoecosistema) y la microescala, a los sub-ecosistemas que surgen de las diferenciaciones topográficas y edáficas vinculadas con las formaciones vegetales y su ambiente (microecosistema).

Para dicho estudio se toma un *factor de control* que conduce nuestro camino en el análisis, cual es el clima en sus tres jerarquías. Por otro lado se consideran las diferenciaciones jerárquicas espaciales de los ecosistemas basados en: el clima zonal, las unidades geomorfológicas que modifican el clima zonal y la topografía el suelo con su disponibilidad de agua que modifica el clima local.

Los objetivos generales se basan en la identificación y localización de los ecosistemas jerárquicos y su análisis multiescalar integrado. Las hipótesis planteadas afirman que, en las diferentes escalas de ecosistemas, el clima es el denominador común que organiza la distribución de los mismos y además se afirma que existen agentes degradadores en todos los niveles de análisis.

Se utiliza el método geográfico. En el análisis, se aplican los métodos deductivo-inductivos vinculando las escalas jerárquicas de los ecosistemas y los estudios de casos.

Con este trabajo se pretende profundizar el conocimiento de la complejidad de los ecosistemas mendocinos, con un enfoque original.

Palabras claves: ecosistemas, complejidad, espacios jerárquicos, método análisis escalar, Mendoza.

SUMMARY

The work aims at the study of the ecosystems like complex and hierarchic organizations, as much from the scalar point of view like of its structural diversity, in the north of the province of Mendoza, to 34° of South latitude. The hierarchic space study focuses from the different scales from analysis: The macro scale is the equivalent to the biomes, (macro-ecosystem); mesoescala, to the ecosystems defined by the geomorphologic differentiation, (middle-ecosystem) and micro scale is referred to the sub-ecosystems that arise from topographic and soil differentiations (micro-ecosystem).

For this study a *control factor* is taken to lead our way in the analysis. On the other hand, the space hierarchic differentiations of the ecosystems are based on: the zonal climate, the geomorphologic units that modify the zonal climate and the topography, the ground with its water availability that modifies the local climate.

The general objectives tend to the identification and location of the hierarchic ecosystems and its integrated multiscalar analysis. The raised hypotheses affirm that, in the different scales from ecosystems, the climate is the common denominator that organizes the distribution of them and in addition affirms that negative natural or anthropogenic agents exist in all the levels of analysis.

The geographic method is used. In the analysis, the deductive-inductive methods are applied linking the ecosystems hierarchic scales to the studies of cases, to be able to deep the knowledge of the complexity of the mendocinian ecosystems, with an original approach.

Key words: ecosystems, complexity, hierarchic spaces, scalar method, Mendoza.