

ECOSISTEMAS TERRESTRES

DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED



ESCRITURA EN CIENCIAS

DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED
DOCENTES APRENDIENDO EN RED



Instituto Nacional
de Formación Docente
Ministerio de Educación
Presidencia de la Nación

Presidenta de la Nación
Cristina Fernández De Kirchner

Ministro de Educación
Alberto Sileoni

Secretaria de Educación
Jaime Perczyk

Secretario del Consejo Federal de Educación
Daniel Belinche

Secretario de Políticas Universitarias
Martín Gil

Subsecretario de Planeamiento Educativo
Marisa del Carmen Díaz

Subsecretaria de Equidad y Calidad
Gabriel Brener

Instituto Nacional de Formación docente
Verónica Piovani

Dirección Nacional de Formación Docente e Investigación
Andrea Molinari

Coordinadora de Investigación Educativa del INFD
Inés Cappellacci

PRESENTACIÓN

Los libros que se presentan en esta edición son el resultado de la segunda etapa del dispositivo Escritura en Ciencias, desarrollado durante los años 2011-2012 en el Instituto Nacional de Formación Docente y cuyos principales protagonistas fueron profesores de institutos de formación docente de las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Neuquén, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Santiago del Estero y Tucumán.

Los libros que se produjeron en esta ocasión, corresponden a los siguientes títulos:

7. Ecosistemas terrestres
8. Ecosistemas acuáticos
9. El big bang y la física del cosmos
10. Cambio Climático
11. Energía: características y contexto
12. Epidemias y Salud Pública

La génesis de este proyecto se inspiró en el programa Docentes Aprendiendo en Red del Sector Educación de la Oficina de UNESCO, Montevideo. Esta experiencia innovadora en nuestro país, reunió a 30 profesores de diferentes provincias que, a través de un trabajo colaborativo, escribieron seis libros sobre contenidos de problemáticas actuales de las ciencias naturales.

Haber escrito los seis primeros libros de la colección¹ durante 2010-2011 supuso para la continuidad algún camino allanado. Este segundo ciclo estuvo marcado por una inusitada resonancia de la edición anterior del proyecto, verificada en encuentros con profesores de diferentes provincias, interesados en conocer los materiales y saber más sobre la propuesta. Por esta razón deseamos compartir algunas reflexiones sobre el desarrollo del proceso.

Un eje central del proyecto se asienta en la escritura y su potencial, no sólo como posibilidad de difusión del saber de los profesores, sino como un medio para hacer de lo vivido en el propio trabajo, un objeto de experiencia. Es decir,

1 1. Los plaguicidas, aquí y ahora; 2.H2O en estado vulnerable; 3. Del Gen a la Proteína; 4.La multiplicidad de la vida; 5. Cerebro y Memoria; 6. La evolución biológica, actualidad y debates.

una oportunidad de generar cierta ruptura de lo sabido y conocido respecto a lo que suscitan temas actuales de la agenda de las ciencias naturales y codificarlo en el lenguaje docente. Por eso, los textos comunican el resultado de un ejercicio reflexivo en el que la escritura actúa como un importante mediador.

Los docentes han pasado durante un año con escrituras sometidas a ciertas condiciones para poder funcionar: cumplir plazos, compartir con los pares, discutir los temas, los avances, realizar y recibir devoluciones que impliquen lecturas atentas y cuidadosas de otras producciones y a la vez, ofrecer las propias al juicio de los colegas. Todas estas actividades se inscriben en un dispositivo capaz de darles cabida y que invita a los profesores a constituirse en autores de textos de temáticas muy específicas de las ciencias naturales.

Si bien la invitación se cursa a los profesores, no se trata de una invitación al trabajo individual, sino que se convoca a un trabajo colectivo, con alto grado de colaboración. Este es un aspecto muy difícil de construir y donde creemos que radica buena parte de la adhesión con la que cuenta este proyecto. Dos aspectos se conjugan, a nuestro juicio, en esta dificultad, uno asociado a la misma matriz de la docencia que sugiere un trabajo solitario y alejado de las visiones de los pares. El otro, ligado a reorganizar la representación de que la escritura no es una práctica que pueda resolverse con la sola intención y voluntad de escribir: requiere otras condiciones.

Los textos de Escritura en Ciencias tienen un tiempo de gestación y retrabajo, surgidos de un boceto inicial provisorio, sobre la temática sugerida y donde comienza la transformación de las ideas preliminares que, a medida que transcurre el proceso, ponen más de una vez en el centro la dificultad de hallar el recurso a emplear para expresar y expresarse de la manera más clara y más efectiva sobre temas de actualidad científica, difíciles y complejos de sobrellevar. La tarea se apoya con una plataforma virtual que colabora para que los profesores puedan sortear la distancia y sostener la tarea grupal de escribir.

El avance del boceto, al tiempo que se estudia y se profundiza un tema se convierte en la tarea cotidiana que no es una tarea libre y excesivamente centrada en la subjetividad de cada autor, sino que se somete a la previsión acordada con el grupo y a los tiempos que el coordinador va marcando, a fin de que la tarea pueda concretarse en los tiempos estipulados para el proyecto.

A esta exigencia se suma la actitud con la que se solicita leer los borradores. Para ser consecuentes con el proceso de avance de un texto, la lectura primera que abre el juego a las devoluciones entre pares requiere estar enfocada más que en la forma "correcta" de cómo lo dice, hacia lo que su autor intenta decir. Lo que

interesa es que el pensamiento comience a manifestarse a través de la palabra escrita. Seguramente al inicio las producciones tienen un limitado alcance, pero el ejercicio resulta muy fecundo en cuanto primera oportunidad para darse a leer y poner oídos a las devoluciones que recibirá. Este primer disparador abre un campo de expectativas de inusitado valor como motor de todo el proceso siguiente.

Los momentos de zozobra, de exposición necesaria, implícitos en el darse a leer, tienen la función de colaborar para que se produzca el desapego hacia el resultado inmediato y exitoso de la empresa de escribir. Quizá es una de las rupturas más importantes a los modos habituales que tenemos de posicionarnos frente a la propia palabra. Ingresar las incertidumbres y angustias propias en la propia escritura, reconocerse como parte de una obra que empieza a tomar forma y que poco a poco, comienza a ser reconocida como común entre los grupos, representa aquello que sostiene frente a la tendencia a huir ante la primera gran dificultad.

La experiencia que transitamos durante este tiempo demuestra que los profesores tienen interés por escribir y mejorar sus escrituras. Y concluyen con la idea de que sus producciones han devenido en textos que otros educadores pueden conocer, estudiar y abonar con ellas su propio trabajo.

Una primera cuestión para destacar, la disposición y el entusiasmo que despierta en cada edición "Escritura en ciencias" se debe quizá al hecho de que los autores de los textos son los mismos profesores: Docentes de los institutos que escriben para sus colegas. Lo inusual de esta iniciativa es ligar la autoría a la docencia, previniendo con esta atribución que este discurso no es una palabra cotidiana, indiferente y que puede consumirse inmediatamente, sino que se trata de una palabra que debe recibirse de cierto modo y recibir, en una cultura dada, un cierto estatuto, como sostiene Foucault.

La segunda cuestión relevante refiere al compromiso de estudiar, profundizar sobre el tema elegido, hacer de ello un objeto de estudio y de problematización. La búsqueda de material bibliográfico, las discusiones e intercambios con los colegas y con investigadores de referencia, el trabajo en talleres presenciales, entre otras, son acciones que imprimen una lógica diferente al trabajo y sirven de indicador de la buena disposición que tienen los docentes para vincularse con el conocimiento.

Recuperar los saberes de los profesores, ponerlos en valor en una publicación significa una buena parte de la atracción que ejerce el proyecto sobre cada uno de los participantes. Quizá porque asumir la posición de autores les asigna una doble responsabilidad, para sí mismo y para los demás, que hay que tramitar durante el proceso. Dar cuenta de lo que escribe, de cada argumentación que se sostiene,

hacer de esta práctica una tarea habitual que se juega en cada encuentro, frente a coordinadores, a otros colegas, sirve de foro de discusión colectiva para mostrar y mostrarse en la vulnerabilidad que todo acto de escribir para otros coloca.

Los seis libros que sumamos a esta colección tienen una estructura experimentada en la edición anterior, cada capítulo de autoría individual, a la que quisimos sumar otra apuesta proponiendo a los profesores un ejercicio ligado a su oficio en clave de propuestas enseñanza de las ciencias. El capítulo de cierre de cada uno de los libros de esta edición tiene autoría compartida, contiene propuestas, reflexiones, ideas para pensar la enseñanza de cada uno de los temas.

Esta nueva presentación abona otra vez el deseo de que la autoría de los docentes se convierta en un componente relevante de la propuesta formativa, y sea bienvenida en este conjunto de producciones que codifican y comunican temas de la actualidad científica en el lenguaje de la docencia. Y en el encuentro que toda escritura persigue con las lecturas de otros (docentes, alumnos) den lugar a otros textos que reorganicen la experiencia de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

Liliana Calderón
Coordinación Escritura en Ciencias

ESCRITURA EN CIENCIAS

ECOSISTEMAS TERRESTRES

Autores:

Eduardo Agustín Mendoza

Silvia Noemí Passarino

Carlos Raúl Quiroga

Francis María Suárez

Orientación y asesoramiento científico: Rolando León

Coordinación de Escritura: María Carrió

Autores

Mendoza Eduardo Agustín
Passarino Silvia Noemí
Quiroga Carlos Raúl
Suárez Francis María

Equipo Escritura en Ciencias del Instituto Nacional de Formación Docente

Liliana Calderón, Carmen E. Gómez y Antonio Gutiérrez

Orientación y asesoramiento científico

Rolando León

Coordinación de escritura

María Carrió

Diseño editorial

Renata Kándico, Gastón Genovese www.estudiolate.org

Hecho el depósito que establece la ley 11.723

“Los textos de este libro son copyleft. El autor y el editor autorizan la copia, distribución y citado de los mismos en cualquier medio y formato, siempre y cuando sea sin fines de lucro, el autor sea reconocido como tal, se cite la presente edición como fuente original, y se informe al autor. La reproducción de los textos con fines comerciales queda expresamente prohibida sin el permiso expreso del editor. Toda obra o edición que utilice estos textos, con o sin fines de lucro, deberá conceder es-tos derechos expresamente mediante la inclusión de la presente cláusula copyleft.”

Ecosistemas terrestres / Agustín Mendoza Eduardo ... [et.al.]. - 1a ed. - Buenos Aires :

Ministerio de Educación de la Nación, 2013.
150 p. ; 21x15 cm. - (Escritura en ciencias; 7)

ISBN 978-950-00-0986-7

1. Formación Docente. 2. Enseñanza de las Ciencias. I. Mendoza Eduardo , Agustín
CDD 371.1

Fecha de catalogación: 25/02/2013

ÍNDICE

Presentación	19
Introducción	15
Capítulo I: La perspectiva espacio-temporal de los ecosistemas terrestres	19
Carlos Raúl Quiroga	
La perspectiva ecológica	19
Los comienzos	19
La Ecología de las comunidades	20
El concepto clásico	23
Los ecosistemas como sistemas complejos	24
La perspectiva espacial y la distribución de la biodiversidad	25
Sistemas de regionalización clásicos	25
Delimitaciones a partir de criterios propios de la biogeografía	29
Incertidumbres en la delimitación de las áreas de las especies	31
La fragmentación de los hábitats y la nueva configuración de los mapas	32
Ecosistemas terrestres en el tiempo y la evolución biológica	33
Tierra y vida evolucionan juntas	33
Paleoclimas y la reconstrucción de escenarios pasados	35
Conclusión	37
Capítulo II: Ecosistemas Terrestres (ET)	39
Eduardo Agustín Mendoza	
Conceptualización y grado de percepción. ¿Una cuestión de escalas?	39
Niveles de percepción	40
Recorrido histórico de ecosistemas de Argentina	43
Principales tipos de ecosistemas terrestres de Argentina	45
Régimen de disturbios y perspectiva de la dinámica de parches	59
Etapas sucesionales y el funcionamiento mediado por el no equilibrio	63
Capítulo III: Con los pies en la tierra: las interacciones	69
Francis María Suárez	
Niveles de organización: desde los individuos hasta el ecosistema	70
Hábitat y nicho ecológico	70

El concepto de nicho a través del tiempo	71
Factores Ambientales	73
Factores Limitantes	73
Respuesta de los anuros a los factores ambientales	75
¿Cómo inciden las bajas temperaturas sobre las plantas?	76
Interacciones entre poblaciones	76
Competencia	77
La Competencia interespecifica en <i>Paramecium</i>	78
Competencia entre flores masculinas	79
Depredación	79
Parasitismo	82
Mutualismo	83
Comensalismo	84
Interrelaciones en la comunidad biótica	85
Flujo de energía en un ecosistema	86
Capítulo IV: Biodiversidad	91
Silvia Noemí Passarino	
¿Qué es la biodiversidad?	91
La complejidad de la biodiversidad	93
Conservación de la biodiversidad: Principios fundamentales	96
La Reserva de la Biósfera y la toma de decisiones sobre el Patrimonio de la Humanidad	97
a- Los Bajos Submeridionales de Santa Fe	98
b- La laguna El Cristal	99
c- El uso del suelo: causa de la pérdida de la biodiversidad	100
d- Producción y uso sustentable en la selva	101
Una ventana a la biodiversidad invisible	103
¿Cómo se estudia la biodiversidad?	104
¿Qué es un índice de diversidad?	106
Biodiversidad cultural	107
Capítulo V: La relación clima biocenosis	111
Eduardo Agustín Mendoza	
Comunidades serales	111
Los anfibios: ¿Bioindicadores de cambio climático?	117

Dinámica de fuego de la selva montaña del norte Argentino	122
Capítulo VI: Enseñar ecosistemas: Las salidas de campo y sus potencialidades	129
Francis María Suárez y Eduardo Agustín Mendoza	
Las salidas de campo y sus potencialidades	129
Las salidas de campo entre la tradición y la innovación	132
Mediciones y análisis de datos en el campo	133
Empleo de tecnologías de análisis	137
Comparaciones de observaciones de diferentes ambientes	138
Bibliografía	140

INTRODUCCIÓN

Pensar un libro para alumnos y docentes de formación docente significó desde el principio un desafío que estábamos decididos a enfrentar con entusiasmo. A partir de la convocatoria a participar del proyecto **Escritura en Ciencias** con la temática Ecosistemas Terrestres, comenzó la gestación del texto que hoy presentamos. Consiste en un trabajo de estudio y escritura de docentes que formamos a futuros docentes de biología con el aporte y coordinación de escritura de la Lic. María Carrió y como especialista en el tema el Dr. Rolando León. A través del recorrido por sus páginas el lector podrá percibir un trabajo artesanal y colaborativo de docentes autores procedentes de provincias con características diferentes que intentaron captar y mostrar esas particularidades. La recopilación de información nos llevó a tener presente los enfoques tradicionales y los actuales, como también los informes y ensayos presentados por distintos investigadores. En cada caso pretendimos conservar la esencia de los autores, tomando posturas y consideraciones puntuales.

En el capítulo I desarrollamos el concepto de *ecosistema* para luego abordar los *ecosistemas terrestres*. El tratamiento de esta temática se realiza desde el contexto histórico en el que se desarrolló hasta la actualidad. Se aborda el concepto de ecosistema desde una perspectiva que toma elementos del *paradigma de la complejidad*, que ve a los ecosistemas desde una visión más integrada y dinámica. Los ecosistemas terrestres se analizan desde una visión ecológica y se desarrolla la perspectiva espacial de los ecosistemas terrestres: como se estructuran en el espacio, en regiones, dominios, provincias, etc. En este marco se comparan los sistemas de delimitación clásicos y otros sistemas de delimitación contemporáneos, que toman criterios provenientes de metodologías de la Biogeografía. Se focaliza en el territorio argentino. En relación a lo anterior, expondremos algunas incertidumbres que se producen en el proceso de delimitación de áreas. A partir de la fragmentación de los hábitats y la consecuente pérdida de biodiversidad de los ecosistemas terrestres, analizamos la nueva configuración de los mapas que tienen en cuenta dichas problemáticas y que reflejan mejor la “realidad” de los ecosistemas; utilizando como herramientas la tecnología de imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica. Por último, explicamos la problemática de los ecosistemas y el tiempo, en base al conocimiento de cómo las especies que constituyen las comunidades de los ecosistemas, van evolucionando en un paisaje que va cambiando constantemente, a lo largo del tiempo. Para ello se to-

man las evidencias provenientes de restos fósiles de animales extintos del centro argentino, y otras evidencias geológicas que permiten reconstruir los paleoclimas y regiones posibles en el Pleistoceno.

En el capítulo II abordamos la importancia del concepto ecosistema y la evolución que ha tenido este concepto en el tiempo. La descripción de las escalas de percepción ayudan a cómo se delimitaron los ecosistemas. En el final del marco conceptual se detallan y describen cuáles son los ecosistemas más representativos de Argentina junto a una visión histórica de la descripción de los ET en Argentina. Con la finalidad de interpretar el funcionamiento de los ecosistemas en la escala temporal, se describe el régimen de disturbios y la perspectiva de la dinámica de parches, como factores modificadores que nos pueden acercar respuestas en relación con los cambios a los que están sujetos los ecosistemas en el tiempo. Se trata de comprender que los ecosistemas funcionan como una entidad regida por leyes propias, las cuales aún necesitan de mucha investigación. En el marco funcional y temporal de los ET se caracterizan las etapas sucesionales como una manera de comprender cómo ha cambiado la comprensión acerca del funcionamiento y la evolución de los ecosistemas, principalmente de los bosques. Los bosques se han analizado, desde el punto de vista ecológico, empleando atributos vitales (propiedades emergentes de las especies) y nuevos paradigmas hacia el no equilibrio en su desarrollo natural.

El capítulo III nos propone una mirada sobre las múltiples interacciones entre las especies dentro de un ecosistema. Considera los factores ambientales que limitan o sostienen la comunidad biótica, y las respuestas de determinados organismos a los factores físico-químicos. Incluye conceptos como hábitat y nicho ecológico desde una perspectiva contextualizada e histórica. A partir del estudio de las redes tróficas en los ecosistemas permite analizar no sólo las interacciones entre las especies sino conocer el flujo de energía dentro del mismo.

En el capítulo IV se intenta analizar el concepto de biodiversidad y de qué manera ese concepto fue evolucionando a medida que los especialistas avanzaban en sus estudios. La biodiversidad es la propiedad de la vida en la naturaleza. Los tres niveles que se consideran son: la diversidad genética, la diversidad de especies y la diversidad de ecosistemas. Se hace referencia a la complejidad de la biodiversidad como un nuevo paradigma para realizar estudios interdisciplinarios. Como señalan los autores, para comprender la biodiversidad no sólo hay que tener en cuenta las funciones, las estructuras y la composición de la biodiversidad, sino también las relaciones que se establecen entre estos tres componentes y la acción del hombre.

Una discusión clave es la biodiversidad en el contexto de la conservación y

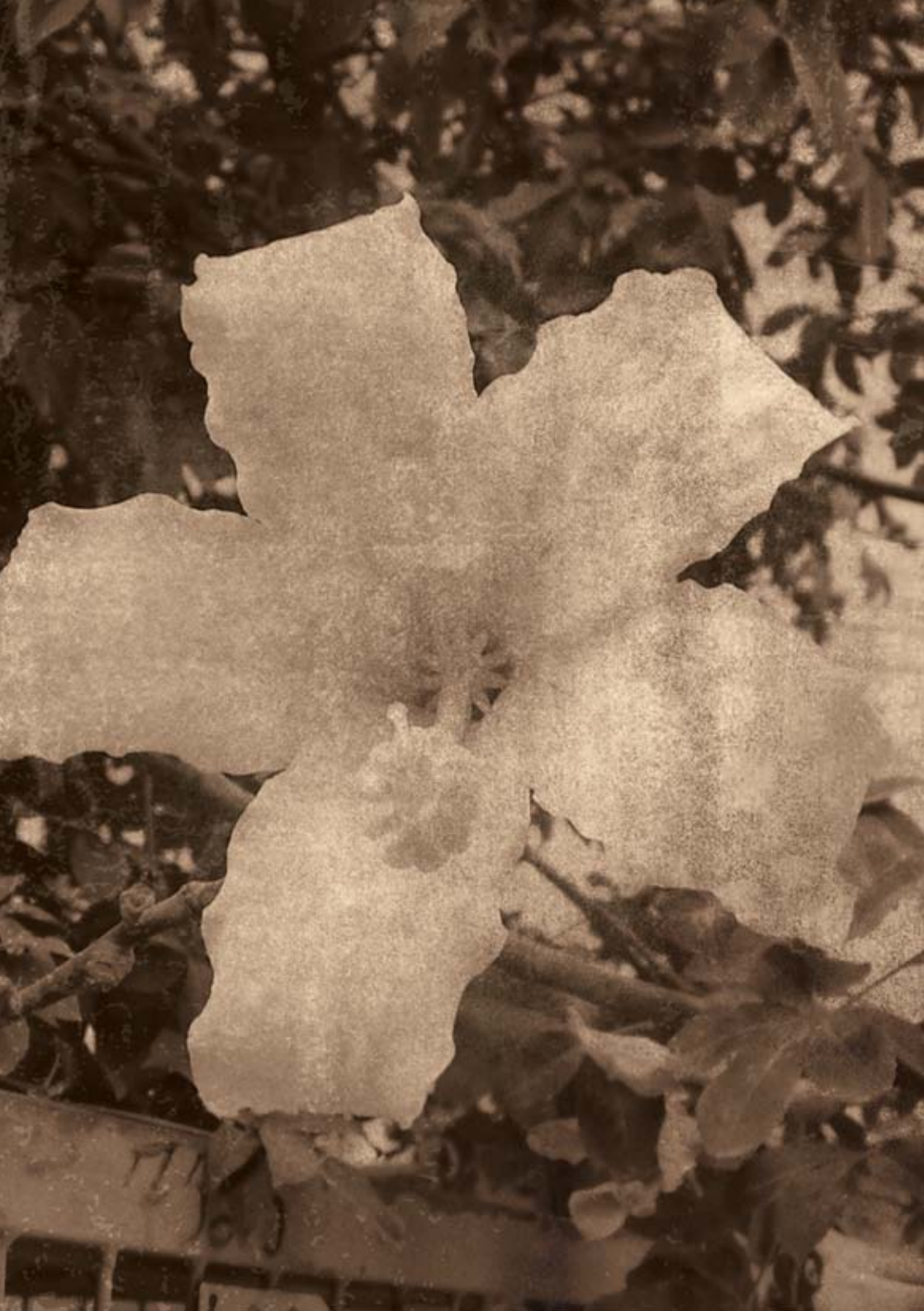
sus prioridades, el uso y su protección con una visión integradora. Frente a los cambios drásticos de la biodiversidad y la consecuente pérdida de los servicios ecosistémicos, se tratan algunos enfoques de conservación que intentan mitigar las acciones realizadas. Y, en este sentido, se hace referencia a la relación directa entre los grupos humanos y el medio donde desarrollan las múltiples actividades propias de su cultura.

Al estudiar la biodiversidad, es necesario tener una visión integradora, para comprender las relaciones que se establecen en los diferentes niveles de la composición, estructura y función y con cada nivel de organización. El programa de Trabajo de Áreas Protegidas (Convenio de Diversidad Biológica, 2004) presenta tres objetivos para la acción: la conservación, el uso sostenible y la distribución justa y equitativa de los bienes y servicios de la biodiversidad.

Además, se aborda la biodiversidad "invisible", no sólo la de la genética de los organismos, sino también el mundo microscópico del reino Monera y Protista. También se incluye la biodiversidad agrícola, menos conocida, y seriamente perjudicada por las prácticas que actualmente se realizan en los cultivos.

El capítulo V propone describir uno de los desafíos que el hombre se ha planteado en relación a la naturaleza: la interacción entre los seres vivos y el medio físico que los rodea, incluido el clima. En este sentido estudiamos algunos componentes de la biocenosis en Argentina en relación con el clima. Analizaremos ejemplos de cómo el clima puede inducir al desarrollo de un tipo muy particular de vegetación como lo es la vegetación de halófitas, en la provincia de San Luis en el centro de Argentina. Un bioindicador (actualmente en estudio) podría colaborar en el estudio de las condiciones de la atmósfera. Finalmente describimos cómo el clima puede influenciar sobre el grado de humedad de los bosques de montaña e inducir a incendios forestales, en un rango altitudinal entre los 600-1300 m snm, en la eco-rregión de la "Selva Montaña".

En el capítulo final los autores incluimos algunas propuestas didácticas que incluyen la salida de campo como situación de aprendizaje que posibilita a los alumnos la comprensión de algunos conceptos abstractos de ecología en su contexto regional y local para darle mayor significatividad a los mismos. Las múltiples ecorregiones de nuestro país, el canto de las ranas, los polinizadores, las llamativas flores y las plantas espinosas fueron nuestra inspiración. En definitiva nuestros ecosistemas están presentes desde el principio al final de este libro. Nos apasiona estudiar la naturaleza, nos sorprendemos continuamente con las maravillosas interacciones entre los organismos y no esperamos otra cosa que poder transmitir esta forma de mirar nuestro entorno y de esta manera poder apreciarlo, valorarlo y cuidarlo.



CAPITULO I

La perspectiva espacio-temporal de los ecosistemas terrestres

Carlos Raúl Quiroga

La perspectiva ecológica

Los comienzos

Cuando se habla de ecosistemas o se ve algún documental, o imágenes que ilustran los textos escolares, o cuando se difunde información sobre los ecosistemas a través de los medios de comunicación, existe una cierta tendencia a imaginar a los ecosistemas como algo perfectamente estable, en un majestuoso bioequilibrio. Sin embargo, es preciso realizarse una pregunta: ¿Qué tan estables son? Y aún más: ¿Qué significa estar en equilibrio?

La representación de un bosque o una selva, frecuentemente están acompañadas por una serie de flechas (flujos de energía), que permiten ver relaciones o conexiones entre los componentes bióticos del ecosistema (las especies). También en este punto es importante preguntarse: ¿Cómo se manifiestan en el espacio los ecosistemas terrestres? En efecto, una perspectiva espacial, y su representación en mapas, es menos frecuente de ver, y menos aun su dinámica temporal. Es decir: ¿Cómo eran los ecosistemas de una región determinada hace 20.000 años, un millón de años o 15 millones de años?. Para responder los interrogantes planteados, y aún otros que irán surgiendo, es preciso comenzar por el principio.

El termino ecosistema fue propuesto por el ecólogo inglés A. G. Tansley (1935) para designar a todo el sistema de organismos asociados, junto con los factores físicos de su entorno. Este término fue ganando cada vez más acepta-

ción, debido a las críticas que, por una u otra razón, recibían los términos clímax, bioma, superorganismo y otras expresiones técnicas aplicadas a la asociación de plantas y animales en una región (Mayr, 1998).

El surgimiento de esta idea, tiene sus orígenes en la concepción de la ecología como campo de estudio. En este sentido, a mediados del siglo XIX, principalmente con el consistente fortalecimiento del cientificismo¹, la historia natural básicamente descriptiva ya no resultaba adecuada. Tenía que convertirse en explicativa. Por lo tanto, además de observar y describir, comenzaron a incorporarse otros aspectos metodológicos a las observaciones (comparación, experimentación, hipótesis, etc.). De esta manera la historia natural se convirtió en ecología (Mayr, 1998).

En el posterior desarrollo de la ecología intervinieron dos grandes influencias: el fisicismo² y el evolucionismo. El gran prestigio de la física como ciencia explicativa inspiró intentos de reducir los fenómenos ecológicos a factores puramente físicos. El pionero en esta manera de trabajar fue Alexander von Humboldt (1805), quien le daba una abrumadora importancia a factores físicos tales como la temperatura como condicionante de la composición altitudinal y latitudinal de la vegetación. Mas tarde, estos trabajos fueron completados y ampliados por otros investigadores, con el análisis de otros factores físicos, en especial la temperatura, la humedad y posteriormente las precipitaciones.

La segunda gran influencia en la ecología fue la *Teoría de evolución* propuesta por Darwin, en *El origen de la especies*. Es en este contexto en el que se explicó los fenómenos de la naturaleza mediante conceptos como competencia, exclusión de nichos, depredación, adaptación, co-evolución, etc. Además rechazó la teleología, y reconocía la influencia del azar en el destino de las poblaciones y especies.

La ecología de las comunidades

A fines del siglo XIX, a medida que la ecología iba constituyéndose y convirtiéndose en una ciencia independiente nacida de la historia natural y la geografía vegetal, empezó a desarrollarse un tipo de ecología llamada ecología de comuni-

1 Es un término utilizado para designar al prejuicio que acepta a modo de dogmas algunas premisas derivadas a partir del conocimiento científico como fuente de explicación de todo lo existente.

2 El fisicismo es una tesis metafísica heredada del antiguo materialismo. El termino fisicismo se introdujo en las discusiones del Circulo de Viena para enunciar la preeminencia de la ciencia física con respecto al resto de las ciencias empíricas.

dades³, cuyo objeto de estudio era la composición y estructura de las comunidades (Mayr, 1998).

Según Mayr (1998), este modo de contemplar la naturaleza tiene sus inicios principalmente con Humboldt, considerado el verdadero fundador, con su análisis de los tipos de vegetación: tipos de vegetación creados por climas similares, independientemente de las relaciones taxonómicas de las especies componentes. Ejemplos de estos tipos de vegetación son la tundra, la sabana, la selva lluviosa tropical, el bosque templado caducifolio, entre otros. Y dado que estos eran los ejemplos más conspicuos de comunidades, la sinecología⁴ se concentró en el estudio de las comunidades vegetales y tenía un componente geográfico muy importante. Alexander von Humboldt (1769-1859) fue uno de los personajes cruciales en la historia de la ciencia, y en particular con su visión de la naturaleza orgánica, en las maneras de ver y analizar lo que hoy llamamos ecosistemas (Figura 1.1). Su concepción de la naturaleza está atravesada por temas como la unidad orgánica de la naturaleza, la armonía, la noción de equilibrio de fuerzas, las formas ideales, las interrelaciones entre las partes, el peso otorgado a la intuición estética en la ciencia, en fin, por todo lo que caracterizó al pensamiento romántico (de Asúa, M. 2009). Todas estas ideas fueron completadas por el análisis cuantitativo, basado en leyes obtenidas a partir de mediciones efectuadas con instrumentos muy precisos a escala continental y graficadas en tablas e isolíneas, que unen puntos de valores promedio sobre un mapa (de Asúa, M. 2009).

3 La ecología moderna puede ser dividida en tres categorías o escalas: la ecología del individuo, la ecología de la especie (autecología y biología de poblaciones) y la ecología de las comunidades (sinecología y ecología de ecosistemas).

4 La sinecología estudia la composición y estructura de las comunidades formadas por especies diferentes; los cambios que ocurren en el tiempo; las relaciones entre las especies de la comunidad; etc.



Figura 1.1
Humboldt y Bonpland en el Orinoco. Xilografía coloreada según una pintura de Ferdinand Keller (1877).
Extraído de De Asúa, 2009.

El concepto clásico

Luego del concepto de ecosistema propuesto por Tansley, expresado al comienzo de este capítulo, Lindeman en 1942, enfatizó la función transformadora de energía del sistema. En este contexto aparecieron definiciones como “un ecosistema implica la circulación, transformación y acumulación de energía y materia a través del medio formado por los seres vivos y sus actividades”. Por lo tanto la fotosíntesis, la descomposición, la herbivoría, la depredación, el parasitismo y las actividades simbióticas son algunos de los procesos biológicos responsables del transporte y almacenamiento de materiales y energía (Mayr, 1998). Así, esta idea fue direccionándose hacia el análisis cuantitativo de materia y energía que circulan a través de un ecosistema dado, y la velocidad a la que lo hacen.

Sin embargo, dicho enfoque físico no fue más explicativo que las posturas anteriores. Si bien el concepto de ecosistema fue muy aceptado en los años 50 y 60, los argumentos en contra de los términos *clímax*⁵ y *bioma*⁶, también son válidos para el de ecosistema, por ejemplo el hecho que las especies no se distribuyen uniformemente en el espacio. Según Mayr (1998) actualmente los ecólogos consideran más interesantes los problemas ecológicos referentes a las adaptaciones de conducta y modos de vida que la medición de constantes físicas. No obstante, se sigue hablando de ecosistemas para referirse a asociaciones locales de plantas y animales, sin indagar en los aspectos energéticos, en general.

El concepto clásico de ecosistema, tal como aparece en la bibliografía, constituye uno de los niveles de organización de la vida, y es el conjunto de organismos de un hábitat particular, como una laguna o un bosque, junto con el ambiente físico en el que viven (Purves *et al.*, 2006) o los organismos de una comunidad más los factores abióticos asociados con los que están en interacción (Curtis y Barnes, 1993). Como todo nivel de organización biológica, presenta sus propiedades emergentes. También se lo suele definir como uno de los niveles constituyentes del concepto de biodiversidad. Desde esta perspectiva, la vida está estructurada en sistemas y a través de diferentes escalas: molecular, genética, celular, individual y ecosistémica; en todas ellas se manifiesta la biodiversidad. Por lo tanto, la diversidad ecosistémica constituye el espectro de variabilidad del conjunto de ecosistemas, ecotonos, hábitats y nichos ecológicos en todas sus

5 Este nombre designa la fase final de una sucesión de comunidades vegetales.

6 Con este término se designa a la combinación de la flora y la fauna que coexisten en una zona.

escalas (Melendi *et. al.*, 2008) (la visión ecológica de los ecosistemas terrestres está desarrollada en profundidad en el Capítulo III de este libro).

Los ecosistemas como sistemas complejos

En las definiciones que se analizaron anteriormente, los ecosistemas son percibidos como entidades definidas, es decir, son conjuntos de comunidades ajustadas a un área determinada que se conoce. Además, dichas comunidades se encuentran en un equilibrio estable, previsible, y si estudiáramos sus interacciones, se podría conocer perfectamente cómo funciona dicho ecosistema.

Sin embargo, de acuerdo al conocimiento proveniente de investigaciones y observaciones, lo anterior resulta no ser tan así, y estos procesos parecen ser más complejos de lo que uno cree. Por ejemplo:

- Las redes mutualistas (de dependencia mutua) en los ecosistemas terrestres son heterogéneas. Presentan nodos hiperconectados, en esto se parecen a las redes de internet: la mayoría de las especies interactúan con otras pocas especies, pero unas pocas especies están mucho más conectadas de lo que se esperaría del azar. Estas redes mutualistas además son asimétricas: si una planta depende mucho de un animal, es animal apenas dependerá de esa planta (Bascompte, 2008).
- Hay especies que forman parte de dos o más ecosistemas. Otras, en cambio, tienen su distribución en una parte del ecosistema. Muchas veces ante la desaparición de una especie no puede predecirse como se verá afectada la estructura del ecosistema en cuanto a las redes tróficas que las conforman.

Estos ejemplos nos llevan a tener en cuenta ciertos elementos teóricos provenientes de la teoría de la complejidad y la teoría de los sistemas.

Bajo este nuevo paradigma, surgen diferentes maneras de definir el concepto de ecosistema, tales como “unidades en que se estructura la vida en la tierra”, “sistema dinámico y adaptativo formado por las comunidades biológicas y su ambiente físico no biológico, en el que se manifiestan determinadas y precisas relaciones de interdependencia, en términos de energía y materia”, o “sistemas abiertos que interactúan entre sí a distintas escalas, siendo la biósfera el de mayor escala”. Todos ellos poseen una red alimentaria o trófica caracterizada por la presencia de organismos productores, consumidores y descomponedores, que permite la existencia de los ciclos biogeoquímicos de la materia” (Melendi *et. al.*, 2008).

Según Uribe (2008) el planeta tierra es el ecosistema más grande, constituido por otros ecosistemas, y estos por redes, que a su vez se forman de otras redes de retroalimentación. Todo fluye, todo se intercambia, se regenera, se transforma, se constituye, se autoorganiza. Se produce el orden y a su vez, los estados de equilibrio a no-equilibrio suceden constantemente. Los puntos de bifurcación aparecen y desaparecen y en toda esa actividad incesante, se produce la impenitosa creatividad de la vida (ver Capítulo III de este libro).

¿Pero cómo se manifiestan los ecosistemas terrestres en el espacio?

La perspectiva espacial y la distribución de la biodiversidad

Sistemas de regionalización clásicos

Tradicionalmente se analizan los ecosistemas terrestres desde una perspectiva ecológica, por ejemplo, cuando se trata de buscar respuestas a las distribuciones de las comunidades que los conforman. También, cuando se analizan sus diferentes tipos de interacciones intra o interespecíficas, ya sea a través del estudio de las redes tróficas, competencia, mutualismo, composición, abundancia, o, a partir de estas relaciones con el medio físico en el que viven, donde se analiza el clima, la topografía, etc., a escalas espaciales y temporales pequeñas, es decir a nivel local y en tiempo actual.

Las formaciones vegetales (productores), principalmente, constituyen la estructura fundamental de las comunidades vivas y sus características particulares están condicionadas por factores climáticos. Las formaciones vegetales y la fauna asociada a ellas en una determinada zona climática, constituyen grandes ecosistemas (macro-ecosistemas). Dentro de ellos la vida se estructura y transcurre en sistemas de menor jerarquía y restringidos en el espacio, llamados ecosistemas locales (Melendi, 2008). Por lo tanto, de esta manera se estructura en el espacio la distribución de los ecosistemas terrestres.

Analizaremos algunas cuestiones de lo enunciado en el párrafo anterior. Por una parte, los sistemas de clasificación biótica del planeta en "macro-ecosistemas" pueden realizarse de acuerdo a dos criterios en cuanto a la vegetación: el fisonómico y el florístico. El primero, la fisonomía de la vegetación, hace referencia a su estructura: árboles, arbustos, hierbas. Estos tipos de vegetación fueron ana-

lizados, como ya dijimos anteriormente, desde Humboldt a la actualidad. Si bien esta definición de la estructura (fisonomía), presenta menor detalle conceptual que la florística es, en muchas ocasiones, suficiente para describir a nivel regional la heterogeneidad de la vegetación. También la cobertura, la estratificación y las características del follaje (tipo, tamaño y forma de las hojas) de las formas de vida dominantes contribuyen a definir la fisonomía de la vegetación de una región. Las características del follaje pueden resumirse en lo que se denomina *función*, y de acuerdo a ella el follaje puede ser caducifolio, perennifolio, suculento o afilo (Soriano y León, 1992). Todas las características antes nombradas dependen en mayor o menor grado del tipo de clima dominante y, en este sentido, la fisonomía constituye un indicador del clima de la región.

Una fisonomía de selva siempreverde de hojas anchas está determinada por un clima lluvioso, con temperatura elevada y uniforme a lo largo del año, y sin heladas, por ejemplo, la Yunga boliviana. En cambio, una estepa arbustiva con baja cobertura corresponde a un clima generalmente continental, con escasas precipitaciones, con gran amplitud térmica diaria y con vientos secos que determinan un déficit hídrico casi constante. Ejemplo de esta situación es la vegetación denominada monte de las provincias de Río Negro, Mendoza, San Juan y La Rioja (Soriano y León, 1992).

Al estar determinada por el clima, la fisonomía de la vegetación suele correlacionarse también con la topografía de la región. En suma, el estudio de la fisonomía de la vegetación es una herramienta útil y primaria para diferenciar grandes ambientes ecológicos (Soriano y León, 1992). El sistema de clasificación en "biomas" de la tierra, tiene como base este criterio (fisonómico), con algunas modificaciones que se incluyen en el concepto de "bioma". En dicha clasificación encontramos los siguientes biomas: bosque tropical siempre verde, bosque tropical caducifolio, bosque tropical seco, sabana, desierto cálido, chaparral, desierto frío, altas montañas (bosque boreal y tundra alpina), bosque templado siempre verde, bosque templado caducifolio, bosque boreal, tundra ártica, pastizal templado y capa de hielo polar. En el territorio argentino, los principales biomas son el desierto, el pastizal, la sabana y el bosque.

El número y denominación de los biomas varía, debido a que dentro de cada bioma pueden distinguirse generalmente unidades menores más uniformes en su fisonomía, denominados **tipos de vegetación**. Por ejemplo, los tipos de vegetación presentes en nuestro país, del "bioma bosque" son: bosque caducifolio, bosque perennifolio, bosque de xerófitas, bosque de coníferas, selva subtropical y selva templada. Los mismos quedan definidos a partir de atributos como: formas

de vida dominantes, cobertura, estratificación, tamaño, función de las hojas, etc. (estos aspectos se encuentran desarrollados en el Capítulo II de este libro)

El otro criterio de delimitación es la composición florística de la vegetación. Este criterio implica las relaciones taxonómicas. Está implícita la filogenia, es decir, sus relaciones evolutivas. Como resultado de este análisis se clasifican siete regiones biogeográficas: la región neártica, paleártica, neotropical, etiópica, oriental, antártica y Australasia. En esta clasificación, si comparamos una selva tropical, tanto del Amazonas como del Congo, presentan un aspecto característico. Lo mismo ocurre con los desiertos, independientemente del continente. Sin embargo en el aspecto taxonómico, las plantas de un tipo concreto de vegetación, por ejemplo de desierto, no suelen estar emparentadas con las de otros desiertos, sino más bien con las plantas de otros tipos de vegetación del mismo continente. Los ecólogos vegetales, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XIX, han intentado caracterizar los diversos tipos de vegetación y las causas que los producen (Mayr, 1998).

Los sistemas de clasificación antes nombrados, basados tanto en el criterio fisonómico como el florístico, no se excluyen taxativamente uno al otro. Tanto las características fisonómicas como las florísticas están presentes y se interrelacionan en dichos sistemas. Por otra parte, otra cuestión que es importante destacar es el hecho que desde Humboldt a la actualidad se ha tomado a la vegetación como la estructura más conspicua de un ecosistema. Esto tiene que ver con que el tipo de vegetación, cualquiera sea el criterio que se utilice (fisonómico o florístico), se estructura principalmente de acuerdo a las condiciones climáticas (temperatura, humedad, etc.) y topográficas (altitud), de un territorio particular. A su vez la composición o estructura de la vegetación, condiciona los animales que se van a encontrar en dichos ecosistemas y el resto de la biodiversidad en general.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, veamos cuales son los sistemas de clasificación clásicos para el territorio argentino.

Ribichich (2002), sostiene que los investigadores argentinos cuando necesitan asignar el área o la flora de estudio a una unidad fitogeográfica (ej.: en estudios de biodiversidad, ecológicos o florísticos) utilizan, casi siempre, el sistema fitogeográfico de Cabrera para Argentina (Cabrera 1976) o, su extensión para América Latina, el sistema biogeográfico de Cabrera y Willink (1973, 1980) (Figura 1.2). Estas clasificaciones, según Ribichich, son muy utilizadas en las evaluaciones locales (informes oficiales, ONG, etc.) que tratan sobre el estado de conservación de la biota argentina y la representación de las unidades fitogeográficas en las áreas de reserva. Estos sistemas de clasificación se basan fundamentalmente en

la fisonomía y afinidades florísticas de la vegetación. Es decir, agrupan los territorios fitogeográficos de acuerdo a la estructura y relaciones taxonómicas de la vegetación. (los sistemas de clasificación de la República Argentina están desarrollados en el Capítulo II de este libro)

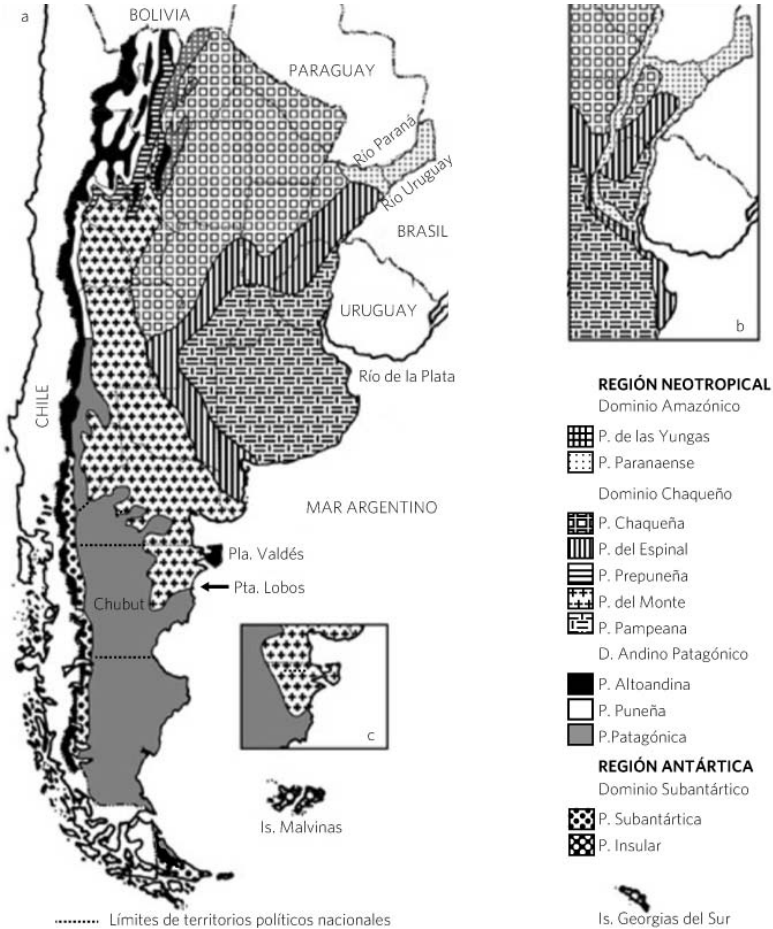


Figura 1.2
 Clasificación cartográfica de provincias fitogeográficas argentinas según Cabrera. a: versión de Regiones fitogeográficas argentinas (Cabrera, 1976) sin el Sector Antártico Argentino; b: versión previa de la fracción noreste (Cabrera, 1951); c: fracción sureste según la versión de Cabrera y Willink (1973, 1980). Extraído de Ribichich, 2002.

Asimismo, la clasificación de territorios florísticos mundiales de Takhtajan

(1986), que constituye uno de los más importantes emprendimientos internacionales para la fijación de estándares en el estudio de la biodiversidad, propone algunas modificaciones para el territorio argentino. En este sistema, la Región Chileno Patagónica (Reino Holantártico), abarca casi todo el territorio argentino a excepción del sector norte.

Delimitaciones a partir de criterios propios de la biogeografía

La biogeografía, estudia la distribución de los seres vivos en el espacio y en el tiempo, e intenta determinar las causas (procesos) que originaron dichas distribuciones. Dentro de esta aparente simplicidad, se oculta una gran complejidad. La Biogeografía trasciende las disciplinas clásicas e incluye disciplinas como la Geología, la Geografía y la Biología (Crisci *et. al.*, 2000). Dentro de esta subdisciplina de la Biología, se han desarrollado una serie de metodologías que analizan las áreas que conforman los ecosistemas y la estructura espacial de la biodiversidad en general.

Si analizamos las distribuciones de cada especie particular, esta tendrá un área determinada que podrá ser similar a la de otra especie, pero muy diferente a otras que conforman las comunidades de un ecosistema terrestre particular. En otras palabras, si superpusiéramos las áreas de cada especie de las comunidades que se encuentran en un determinado ecosistema, nos encontraríamos con que algunas se podrían superponer bastante bien y otras no. Algunas aparecerían ocupando áreas grandes mientras que otras tendrían áreas relictuales. Este tipo de análisis se realiza con diferentes metodologías provenientes de la Biogeografía Histórica, y constituyen una forma de delimitar áreas prioritarias para conservar.

Lo anterior nos lleva a un tipo particular de delimitación espacial, denominada **área de endemismo**. ¿Qué es un área de endemismo? Este concepto, presenta una variada gama de definiciones en la bibliografía, por lo que nombraremos algunas de las más consensuadas. Según Nelson y Platnick (1981), es un área delimitada por distribuciones más o menos coincidentes de taxones que no están en ningún otro lado. Para Morrone (1994a), es un área de congruencia distribucional no aleatoria entre diferentes taxa, (Figura 1.3).

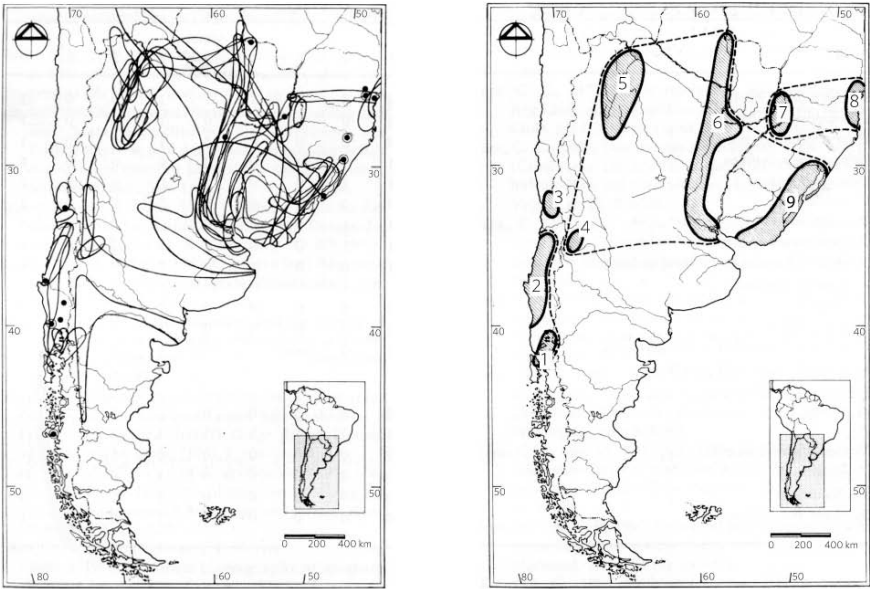


Figura 1.3 Superposición de áreas de distribución de 58 especies de Decápoda de agua dulce (5 familias), Morrone y Lopretto, 1995.

A través de criterios como los expuestos anteriormente, surgen otras formas de delimitar las áreas de los ecosistemas terrestres, las cuales revelan algunas diferencias interesantes para Sudamérica y en particular para Argentina, respecto de los sistemas de clasificación clásicos como el de Cabrera (1976, 1994) o su extensión para América Latina, el sistema biogeográfico de Cabrera y Willink (1973, 1980). En este sentido, Morrone (2001), propone un sistema de regionalización biótica para América Latina y el Caribe, una delimitación de los territorios con diferencias interesantes para la Argentina, respecto de los trabajos antes nombrados. Por ejemplo una de estas diferencias es, la delimitación de una gran región transicional, denominada zona de transición sudamericana, entre las regiones Neotropical y Andina. La provincia fitogeográfica del Espinal, en esta clasificación no está presente, siendo este territorio, parte de las provincias del Chaco y Pampa (Figura 1.4).

Los criterios de esta última clasificación se basa en los patrones de distribución de diferentes grupos de seres vivos, con predominio de plantas vasculares,

insectos y aves, analizados desde las metodologías provenientes de la Biogeografía Histórica (Panbiogeografía y la Biogeografía Cladística), las cuales “han puesto en duda las clasificaciones tradicionales, al mostrar que en muchos casos las unidades biogeográficas delimitadas no representan unidades naturales” (Morrone, 2001).

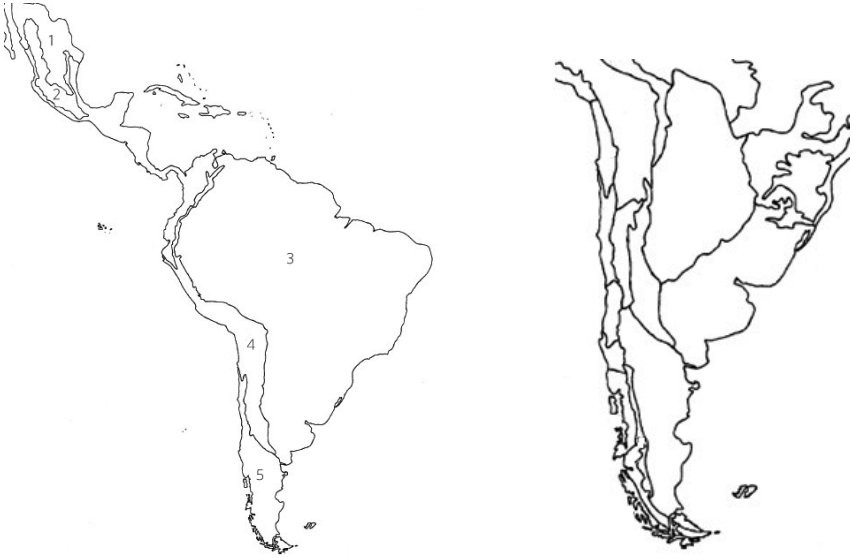


Figura 1.4

Sistema de regionalización biótica de América Latina y el Caribe, propuesto por Morrone, 2001. En el mapa de la izquierda a), están representadas las Regiones biogeográficas y zonas de transición de América Latina y el Caribe (1- región Neártica, 2- zona de transición Mexicana, 3- región Neotropical, 4- zona de transición Sudamericana y 5- región Andina. En el mapa de la derecha b), las Provincias biogeográficas del sector sur de América del Sur.

Ahora bien, es interesante preguntarnos ¿Qué tanto reflejan, estas delimitaciones, los ecosistemas en el espacio?

Incertidumbres en la delimitación de las áreas de las especies

Vistos los ecosistemas terrestres, desde una perspectiva espacial, surgen varias cuestiones a tener en cuenta. Como explican Rapoport y Monjeau (2001), en el proceso de delimitar áreas de distribución, nos encontramos con varios ti-

pos de incertidumbres. Las ecorregiones que figuran en los mapas, constituyen un problema de escala que no presenta una solución, son abstracciones de tipo cartográfico. Además los límites de las regiones que conforman ecosistemas, tal como figuran en los mapas, no existen como tales. En el campo una persona no sale de una ecorregion para entrar en otra atravesando una línea imaginaria, sino que tenemos más bien regiones transicionales, llamadas *ecotonos*, de extensiones pequeñas o amplias, según diferentes factores. Las comunidades que se desarrollan en un ecotono, pueden ser diferentes de las de cada región. Su composición puede estar formada por especies de cada una de las regiones que convergen y por especies particulares que no están presentes en ninguna de las regiones limítrofes. Otro tipo de incertidumbre tiene que ver con el cambio constante de las áreas de las especies. Esto puede ser entendido si pensamos en una instantánea fotográfica de un proceso dinámico que puede variar a diferentes escalas temporales, por ej. en un año (para el caso de algunas especies de áfidos) y un siglo (para el caso de árboles) (Rapoport, 1982). Otro factor a tener en cuenta es el hecho de que las clasificaciones taxonómicas se modifican constantemente, dando como resultado, otro patrón de distribución del taxón.

Todas estas incertidumbres nos hacen ver los ecosistemas terrestres con otros ojos, al menos desde el punto de vista espacial. El nivel espacial es la forma en que se analizan los ecosistemas en un mapa, ya sea a los fines de su enseñanza, de investigación o de interés económico. Y también para delimitar y seleccionar áreas consideradas prioritarias para su conservación.

La fragmentación de los hábitats y la nueva configuración de los mapas

La fragmentación de los hábitats y en algunos casos la devastación de los mismos, han dado como resultado la inevitable pérdida de la biodiversidad, inclusive algunas especies están desapareciendo sin que hayamos tenido conocimiento de su existencia. Por lo tanto, debido a las alteraciones antrópicas, las ecorregiones ya presentan otra configuración, que es preciso delimitar, lo que lleva a actualizar los mapas. Actualmente las tecnologías de las imágenes satelitales y los sistemas de información geográficas, son herramientas que brindan, en muchos aspectos, un análisis más detallado para regiones particulares. La teledetección es el uso de imágenes registradas desde un satélite como herramienta de investigación. Algunas de sus aplicaciones son la investigación meteorológica, la cartografía o el estudio de los recursos naturales. El análisis integrado de esta

tecnología y los mapas con las delimitaciones biogeográficas, permite una visión con múltiples variables superpuestas en un mapa (o en capas) y la posibilidad de elaborar hipótesis a ser contrastadas en el terreno, inclusive poder predecir determinados procesos.

En este sentido, quedan establecidas en la cartografía, las regiones y sus ecosistemas terrestres en el contexto de su fragmentación actual, que es lo que representaría más la realidad y su relación con el desarrollo sostenible.

Los ecosistemas terrestres en el tiempo y la evolución biológica

En biología nada tiene sentido si no se considera bajo el prisma de la evolución
(Dobzansky, 1973)

Tierra y vida evolucionan juntas

Dos grandes procesos marcaron un antes y después en las formas de pensar en sus disciplinas. Uno de ellos ocurrió en el campo de la Biología y el otro en el campo de las Ciencias de la Tierra.

El primero es el surgimiento de *la teoría de la evolución* y su mecanismo de “selección natural” para explicar el proceso de cómo se modifican o se transforman las especies a lo largo del tiempo, y como consecuencia, la aparición de nuevas especies. Esta teoría fue propuesta por Darwin y Wallace en 1859. A dicha teoría se le adicionaron y cambiaron conceptos, muchos de ellos a nivel molecular, dando como resultado un cuerpo de conocimientos llamado “teoría sintética de la evolución”.

El segundo proceso es *la teoría de la deriva continental* propuesta por Alfred Wegener en 1915, y su mecanismo, la tectónica de placas, aparecida en la década del '60, que explica la deriva de las masas continentales y la evolución de la corteza terrestre. Por lo tanto, la disposición de las tierras continentales, de las islas y la apertura y cierre de las plataformas marinas y oceánicas iniciadas por estos movimientos, han afectado profundamente la distribución y la historia de los organismos (Crisci, *et. al.*, 2000). En la actualidad esta teoría presenta evidencias sólidas que la sustentan y que marcan el paradigma actual de las geociencias.

En ambos procesos está implicado el tiempo. León Croizat, a mediados del siglo XX propuso la idea de que “tierra y vida evolucionan juntas”, con la cual

unifica ambos procesos descritos anteriormente y construye una metodología dentro del campo de la Biogeografía Histórica, denominada Panbiogeografía, que se basa en esta premisa. La idea general de este método consiste en la construcción en forma manual sobre un mapa, de una línea llamada “trazo individual”, que conecta las localidades donde se distribuye una especie o taxón supra específico, de modo que la suma de los segmentos que conectan las localidades sea el menor posible. Por ejemplo, si analizamos varias especies, tendremos entonces varios trazos individuales. En una segunda etapa, cuando se superponen dichos trazos individuales, el resultado es un trazo denominado “trazo generalizado”. Los trazos generalizados representan patrones de distribución actuales de biotas ancestrales, las cuales fueron fragmentadas por eventos geológicos o tectónicos (Craw, 1988). Finalmente si estos trazos generalizados se superponen, constituyen un punto denominado “nodo”, los nodos representan áreas complejas.

Para comprender un poco mejor la dinámica de los ecosistemas terrestres en el tiempo y la interrelación que encierra la premisa “vida y tierra evolucionan juntas”, nos centraremos en los ecosistemas de la ecoregión pampeana de la República Argentina a lo largo del tiempo.

Esta reconstrucción de los ecosistemas y paleoclimas pasados de la región pampeana han sido posibles gracias a toda una serie de evidencias provenientes de restos fósiles, composición química de los suelos, etc. y que nos muestran un paisaje y biotas algo diferentes de los actuales.

Los miles de huesos encontrados en las capas del subsuelo en las pampas de Buenos Aires, constituyen los vestigios de una fauna de grandes mamíferos que incluían gliptodontes, megaterios, toxodontes, mastodontes, caballos, tigres dientes de sable y perros semejantes a lobos. Tal como lo mencionara Darwin en sus escritos; en la travesía que realizó desde las pampas de Buenos Aires hasta Chile, observó similitudes morfológicas entre los armadillos actuales y los fósiles de gliptodontes de la pampa argentina. Este hecho le proporcionó uno de los argumentos fundamentales a favor de la evolución de los linajes de seres vivos (Katinas y Crisci, 2000), que luego plasmaría en la teoría de la evolución por selección natural.

Si bien estos mamíferos existieron en diferentes épocas, dichas similitudes tanto geográficas como morfológicas fueron producto de un proceso genealógico. Los armadillos actuales y los gliptodontes se parecen porque los une un lazo de parentesco, constituyen un linaje de mamíferos que evolucionó en estas regiones y no en otras. Además, en relación a lo anterior, Darwin explicó que si comparamos las grandes extensiones de Australia, Sudáfrica y el oeste de Sudamérica

entre las latitudes de 25° y 35°, encontramos áreas con condiciones extremadamente semejantes, pero sería imposible señalar tres faunas y floras más diferentes entre ellas.

Paleoclimas y la reconstrucción de escenarios pasados

Los paleoclimas pasados de la actual región pampeana, se han podido reconstruir en base a toda una serie de evidencias, algunas de ellas tienen que ver con la composición de los estratos (capas de sedimentos apiladas unas sobre otras) distinguibles por su color, estructura interna o tamaño de grano, nos dan pistas a cerca de su origen. Dichas capas se acumularon gracias a una intrincada combinación de procesos geológicos y ambientales de gran envergadura, tales como la actividad volcánica de los Andes, la expansión y retracción de los glaciares en el sur patagónico, el avance y retroceso del mar sobre la costa bonaerense, y la alternancia de climas secos a húmedos, y fríos a cálidos durante los últimos dos millones de años (Novas, 2006). Por ejemplo, un tipo de sedimento arcilloso, el loess, que forma parte del subsuelo bonaerense, es un sedimento que ha sido transportado por el viento, y por lo tanto está formado por material de granos tan fino que apenas se hacen sensibles al tacto. Según Novas (2006), los diminutos granos que constituyen este loes, tienen un doble origen: la acción de la molienda de rocas preexistentes llevada a cabo por los glaciares del sur y el oeste argentino, y por las cenizas expulsadas por los volcanes andinos. Los vientos que barrían la Argentina desde los Andes y la Patagonia se encargaron de transportar grandes cantidades de aquel polvillo hasta acumularlas en forma de loess en la llanura pampeana. Por otra parte, durante el Cuaternario, gran parte de la Patagonia estuvo cubierta por glaciares que en milenarios ciclos de avance y retroceso actuaron como gigantes molinos haciendo añicos rocas de muy diversos tipos.

Durante el Pleistoceno, ocurrieron una serie de periodos alternados de glaciaciones e interglaciaciones. Hace unos 20 mil años, ocurrió la última glaciación, si bien las pampas del centro argentino no fueron alcanzadas por el avance de los glaciares cuaternarios, cuyos mantos de hielo cubrieron la región andina y central de la Patagonia. No obstante, las temperaturas en el territorio pampeano debieron descender entre 2°C y 6°C. Buenos Aires no solamente era más fría y ventosa que hoy: era una región desolada por la sequía. En aquella época, la región pampeana no fue lo fértil y apta para el ganado como lo es actualmente (Figura 1.5). Estas reconstrucciones ambientales y los vertebrados fósiles hallados en los sedimentos pleistocenos pampeanos, tan cercanamente emparentados con los

actuales, de las cuales conocemos sus requerimientos ambientales, nos brindan evidencias para la reconstrucción de los ecosistemas en aquella época. El tapir amazónico (*Tapirus terrestris*) actualmente habita las regiones selváticas húmedas del Paraguay y Brasil y Argentina, acompañado por otros animales como la rata espinosa (*Echimy*s) y el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*). Por el contrario el guanaco (*Lama guanicoe*), el zorro colorado (*Dusicyon culpaeus*) y la comadreja patagónica (*Lestodelphis halli*) habitan regiones áridas y frías con planicies de vegetación rala. Por lo tanto el hallazgo en los sedimentos del territorio pampeano, de restos fósiles de esos animales o de sus cercanos parientes ayudaría a deducir el tipo de clima imperante en los momentos en que ellos vivieron. Con esos “indicadores ambientales” se ha podido reconstruir los principales cambios climáticos de la región pampeana durante el Pleistoceno.

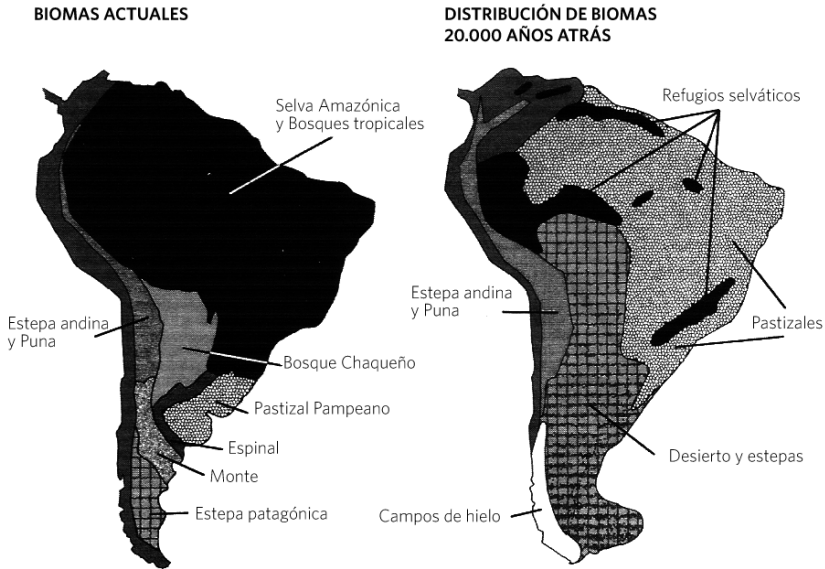


Figura 1.5 Mapas de Sudamérica mostrando la distribución actual de los biomas y su posible distribución durante el Último Máximo Glacial, extraído de Novas, 2006.

Si nos alejáramos aún más en el tiempo, ya no un millón de años, sino unos quince millones de años, es muy probable que los paisajes y su biodiversidad fueran bastante diferentes que los actuales en la región pampeana. En este periodo, hubo ingresiones marinas “Mar Paranaense” que cubrieron dicha región, quedand

do como grandes islotes, por ejemplo, las sierras de Tandilia y Ventania.

Es en estos ejemplos donde se quiere mostrar la dinámica a la que están expuestos los ecosistemas terrestres, cómo evolucionan las especies y cómo la tierra se va transformando en conjunto con las biotas, cómo ambos se interrelacionan y de esta manera se manifiestan a lo largo del tiempo.

Conclusión

El concepto de ecosistema ha cobrado gran relevancia en los últimos tiempos, debido al deterioro progresivo del medio ambiente y la consecuente extinción de la biodiversidad a gran escala.

Por lo tanto, cuando se estudian los patrones de biodiversidad de un paisaje o región particular desde una perspectiva ecológica o desde una visión espacial, la concepción de un ecosistema como sistema complejo y dinámico, es una herramienta conceptual que nos permite abordar de manera integral las distintas variables abióticas e interacciones bióticas, que intervienen en las hipótesis e interrogantes que se planteen en dicho estudio. Otro elemento a considerar, es la evolución de los ecosistemas a lo largo del tiempo, ya que nos permitirá comprender que la biodiversidad de un área particular se encuentra estructurada tanto por procesos biogeográficos como por procesos ecológicos. Asimismo, abordar ciertas temáticas como la educación ambiental, la conservación de la biodiversidad de alguna región, o las posibilidades económicas de otra, desde esta visión integral nos permitirá enfrentar la complejidad creciente en la que transcurre la vida moderna y en medio de ella, los ecosistemas.

Agradecimientos

A la Lic. María Carrió por sus predisposición y valiosos aportes en la redacción y estrategias de divulgación, al especialista en esta tematica, Dr. Rolando León por las correcciones del manuscrito, al Dr. Antonio Gutierrez por la revisión crítica del manuscrito y a mis colegas de los capítulos del presente libro por las críticas y revisiones constructivas del mismo.



CAPITULO II

Ecosistemas Terrestres (ET)

Eduardo Agustín Mendoza

Conceptualización y grado de percepción. ¿Una cuestión de escalas?

Para dimensionar el concepto de ecosistema se debe de tener en cuenta diversos factores. Entre los más importante se podrían mencionar a las interacciones existentes entre los organismos en el tiempo y a la extensión del hábitat en que se expanden.

Ahora bien, al abordar las definiciones más comunes que tratan de explicar qué es un ecosistema surgen algunos interrogantes que tienen que ver con los límites: ¿Dónde empieza y dónde termina cada ecosistema? Esta pregunta, aparentemente sencilla, tiene que ver con una idea de la percepción de la heterogeneidad espacial de un ecosistema. La distribución espacial de un ecosistema puede presentarse muy variada si el ecosistema se encuentra compuesto por un paisaje fragmentado u heterogéneo (por ejemplo: bosques naturales interrumpidos por el avance de la agricultura), o si el paisaje es homogéneo o no fragmentado y aún conserva sus propiedades naturales. Además los ecosistemas se encuentran influenciados por un constante cambio en sus límites geográficos en el espacio y en el tiempo y este dinamismo también debería ser contemplado en la definición y delimitación.

La identificación de los diferentes tipos de ecosistemas podría ser una cuestión de escalas. A pequeñas escalas un ecosistema podría responder a las defini-

ciones pioneras, es decir: “individuos en un área, interrelacionándose, mediante algún tipo de conexión abiótica y biótica, en el tiempo”.

Pero si tenemos en cuenta algunos otros caracteres para definir un ecosistema veremos que no es tan simple ajustarse a una definición de este tipo. En los siguientes ejemplos veremos cómo varía un ecosistema a medida que solamente una de sus propiedades cambia, en este caso el área.

Un charco de agua con una composición química determinada se encuentra habitado por una cierta variedad de microorganismos y seres microscópicos que pueden vivir en ese hábitat. En un lago, las condiciones conceptuales no han cambiado, pero sí cambia el tamaño areal del ecosistema y ello de alguna forma influye en la distribución de los organismos que componen ese ecosistema. Si incrementamos aún más el área, podríamos ver como los mares ocupan en el espacio y en el tiempo mayor superficie y esto repercute en la composición de los organismos que puedan habitar en él.

Si medimos la biodiversidad de organismos (con algún índice de diversidad usado en ecología) que se encuentran en un charco o en una misma superficie de bosque veríamos que el ecosistema en cuanto a su diversidad es inversamente proporcional al área. Es decir, en una charca pequeña encontraríamos mayor cantidad de microorganismos, virus, bacterias, que árboles de una misma especie en igual superficie. Para cuantificar valores y obtener información de nuestro ecosistema es muy importante la escala del análisis que se emplee para definirlo. Esto implica tener en cuenta el valor numérico de la escala que se emplea en una descripción, ya sea escalas chicas o escalas grandes.

Como dijimos anteriormente, en la descripción de los ecosistemas es muy importante el grado de percepción espacial que será dependiente de la escala de análisis que se emplee para describirlos. El estudio de la fisonomía de la vegetación es un tópico muy particular para diferenciar grandes regiones y describir a los ecosistemas. Pero principalmente la escala que se emplea en esa visión determinara el tipo de ecosistema, es el concepto que lo puede explicar. Existen diferentes grados de percepción en el análisis para una ubicación espacial del ecosistema.

Niveles de percepción

En un *primer nivel* de percepción nos será posible detectar por ejemplo, masas continentales y marinas, desiertos, selvas y grandes cadenas montañosas. No se pueden describir relaciones vegetación-ambiente en detalle, porque la “escala

cartográfica de representación” es baja. La convención de este tipo de percepción es muy pequeña, generalmente entre 1:100.000.000 y 1:5.000.000. En este tipo de percepción se encuentran enmarcados los Biomas, vistos desde su fisonomía vegetacional.

En este nivel afirmamos que Argentina posee cuatro tipos de biomas y ellos son el desierto, el pastizal, la sabana y el bosque. Pero a su vez en cada bioma se pueden observar unidades de menor jerarquía que pueden ser similares en su fisonomía de vegetación.

El bioma pastizal puede tener tipos de vegetación como la Pradera, la Estepa gramínea y las Vegas. El Bioma sabana puede incluir a la Sabana misma, el Parque y a la Estepa arbustiva. El Bioma Bosque puede incluir al Bosque caducifolio, perennifolio, xerófito, de coníferas, a la Selva subtropical y a la Selva templada (selva valdiviana). Finalmente el Bioma de desierto puede incluir al tipo de vegetación de Desierto frío y al de Desierto cálido. Las variables con las que se pueden describir a los tipos de vegetación de los biomas pueden ser muy variadas: las formas de vida, las formas de crecimiento, la cobertura, la estratificación, la función del follaje, el tamaño y la función de sus hojas, etc.

Para describir grandes regiones se emplea *un segundo nivel* de percepción. La escala de representación cartográfica en este nivel es también pequeña (1:1.000.000). Pero no tanto como la de un primer nivel de percepción (1:100.000.000 y 1:5.000.000) descrita anteriormente. Ya que a medida que la escala numérica es más pequeña la representación cartográfica vegetacional contiene mayor cantidad de detalles. En este nivel se pueden clasificar categorías como las forestales, pastoriles y las agrícola-ganaderas. Desde este nivel se enmarca el concepto de ecorregiones, que recientemente ha tomado gran auge, debido a la intervención del hombre en los ecosistemas naturales y su grado de aprovechamiento, manejo y ordenamiento del territorio.

En este análisis encontramos 18 ecorregiones para Argentina, que incluyen a diferentes ecosistemas terrestres y marinos (Burkart, *et al.*, 1999). Solamente detallamos 15 ecorregiones terrestres, ya que los ecosistemas marinos serán tratados en otro texto de esta colección. Empleando este segundo nivel de percepción las ecorregiones terrestres más representativas de Argentina son: 1) Puna, 2) Altos Andes, 3) Yungas, 4) Chaco Seco, 5) Chaco Húmedo, 6) Delta e Islas del Paraná, 7) Esteros del Iberá, 8) Selva Paranaense, 9) Monte de Llanuras y Mesetas, 10) Monte de Sierras y Bolsones, 11) Espinal, 12) Pampa, 13) Campos y Malezales, 14) Bosques Patagónicos y 15) Estepa Patagónica.

En un *tercer nivel* de percepción se emplean expresiones cartográficas de escala mediana (1:200.000) y se ajustan los límites del ecosistema en mayor detalle. En este enfoque se pueden mencionar las comunidades, definidas por su composición mesoflorística de manera específica, es decir, especies totales y/o dominantes, en relación con variables abióticas tales como el clima, relieve, exposición, suelo, etc.

Empleando este tercer nivel de percepción se realizan investigaciones fitogeográficas regionales que describen sus especies vegetales características, como la realizada para el Noroeste Argentino (Figura 2.1) (Mendoza, 2010, 2011). Empleando subtipos de clima y las características de la vegetación como herramienta para delimitar ecorregiones, se pueden delimitar 11 ecorregiones: 1) la Selva Pedemontana, 2) Selva Montaña, 3) Bosque Montano, 4) Pastizales de Neblina, 5) Prepuna, 6) Puna, 7) Altoandino, 8) Chaco Semiárido, 9) Chaco Serrano, 10) Chaco Árido y 11) Monte. En este sentido debe de tenerse en cuenta que un tercer nivel de percepción puede ser más detallado que el concepto de ecorregión, pues arealmente éstos ecosistemas poseen gran superficie, pero también pueden ser usados como un ejemplo de tercer nivel de percepción en donde fundamentalmente se emplea la fitogeografía.

A modo de ejemplo y mediante el empleo de los diferentes modos de percepción de la vegetación podríamos exponer que empleando el segundo nivel de percepción (a escala pequeña) se podría caracterizar a la ecorregión del Chaco Seco. Empleando un tercer nivel de percepción (a escala mediana) se puede visualizar dentro de ese ecosistema, diferentes tipos de vegetación a escala regional que se incluyen a otros tipos de vegetación: bosque de xerófitas, pastizales psamófitos, vegetación de halófitas, matorral alto, selva de ribera y sábana de palma. Mientras que si se analiza la vegetación desde un primer nivel de percepción, a escala muy pequeña, se podría caracterizar a un bioma, como una sabana que puede incluir diferentes comunidades de vegetación, entre ellas la Sabana misma, el Parque Chaqueño y la Estepa arbustiva.

Para describir grandes superficies y colocar límites geográficos a los ecosistemas, desde el pasado se han usado medidas indirectas. Por ejemplo, los índices de aridez de suelos en Argentina han sido introducidos por De Fina y Ravello (1973), como una medida de humedad para identificar gradientes ambientales. Actualmente para explorar límites de grandes regiones se identifica su tipo de clima y se muestran esos límites mediante climodiagramas, pues existe una estrecha conexión entre el clima y la distribución de los seres vivos.

Las variables más empleadas del clima son la temperatura y precipitación. Generalmente con esta información se construyen modelos de distribución fitoclimáticos (basados en fisonomía vegetación y variables climáticas) y modelos edafoclimáticos (basados en distintos tipos de suelo y variables climáticas).

Existen diferentes maneras de mostrar distribución de flora. El fitogeógrafo alemán Köppen (1931), fue el primero en hacerlo empleando precipitación y temperatura media anual. Este modelo fitoclimático es simple en su funcionamiento porque no incluye cálculos adicionales para su representación gráfica. Existen otros como el modelo fitoclimático que desarrollaron Thornthwaite y Hare (1955), emplea valores anuales de Evapotranspiración Potencial e Índice Hídrico para su funcionamiento. En este tipo de modelo, la evapotranspiración potencial es una medida relativa y aproximada de la energía bajo la que se desarrolla el ecosistema, que es logrado con una integración de índices hídricos en donde se incluye excesos y defectos de disponibilidad de agua. Pero aún así, con este enfoque, teniendo en cuenta el clima, es necesario explorar otras condiciones del paisaje (como fisonomía de vegetación) para proponer límites a los ecosistemas.

De esta manera queda expuesto que es necesario emplear alguna herramienta en busca del límite geográfico para definir a un ecosistema. Empleando niveles de percepción para ubicarse exactamente en el tipo de paisaje y emplear herramientas dinámicas que ayuden ampliando esa delimitación. Últimamente para remediar los límites de los ecosistemas naturales por incursión del hombre (como agente modificador), se han usado imágenes de satélite para diferenciar esos límites. Es decir, que se está dando importancia al grado de transformación de los ambientes por la intervención antrópica.

Recorrido histórico de ecosistemas de Argentina

La descripción de los ecosistemas de Argentina ha sido abordada por diferentes autores, quienes han tenido en cuenta factores bióticos, abióticos y las relaciones entre ellos para funcionar de manera conjunta en un área determinada. Los elementos que se han empleado para describir a los ecosistemas tienen que ver con aspectos taxonómicos y descriptivos de las especies vegetales y animales más representativas. Uno de los trabajos descriptivos de gran escala en Argentina ha sido el realizado por Cabrera (1951). Enfoque que fue mejorado 25 años después por el mismo autor (Cabrera, 1976). Lo llamó Regiones Fitogeográficas de Argentina. A una escala mayor Cabrera y Willink (1980) en su obra *Regiones Biogeográficas de América y el Caribe* han contribuido con esa tendencia descriptiva

expandiendo esas ideas para toda América del Sur. Estas descripciones primarias se han basado en endemismos y presencia de especies autóctonas de flora y de fauna, en un área determinada y se apoyan en un análisis taxonómico de su composición de especies. Emplean conceptos como Regiones Fitogeográficas, Distritos Fitogeográficos, etc. Ese pensamiento que fue el origen de las descripciones fitogeográficas de Argentina, fue heredado desde fines del siglo XIX de los trabajos de Lorentz (1876) y se continuó desde los inicios del siglo XX con los trabajos de Lillo (1916) desde el Norte de Argentina. A mediados de 1950 los estudios y descripciones de los ecosistemas de Argentina ya se habían desarrollado ampliamente en los trabajos realizados por Castellanos y Pérez Moreau (1944); Parodi (1945); Cabrera (1951, 1976); Ragonese (1967) y Vervoorst (1969) entre otros. Estas descripciones primarias son aquellas que han servido para caracterizar a los ambientes más desconocidos, de manera cualitativa. Desde allí en adelante se han priorizado descripciones de los ecosistemas en detalle, es decir del tipo cuantitativas en toda su extensión, pero mayormente basados en los anteriores, es decir en descripciones que se han realizado primero. En donde los ecosistemas han logrado ser intervenidos en algún grado por el hombre y su dinámica composicional ha variado irreversiblemente.

En Argentina se han realizado recientemente estudios ecológicos introduciendo nuevos conceptos como el de eco-región (Dinerstein, et. al., 1995; Di Bitetti et.al., 2003; Tecklin et.al, 2002; TNC, 2005; Bilenca y Miñaro, 2004; APN, 2000; Bertoniatti y Corcuera, 2000; Brown, et al., 2005, Mendoza, 2011) para simplificar descripciones de vegetación y tratar problemáticas actuales sobre conservación y biodiversidad. La base de la cartografía de las eco-regiones ha sido adoptada a partir del trabajo de Burkart, et al. (1999), empleado por Bertoniatti y Corcuera (2000) para su libro titulado *Situación Ambiental*.

En nuestras investigaciones empleamos clasificaciones climáticas para proponer límites para eco-regiones en el Norte de Argentina. Pero en este enfoque y en otros tantos anteriores no se han considerado los potenciales cambios areales que han sufrido estos ecosistemas y debido a ellos surgieron otros trabajos que han intentado explorar nuevos límites teniendo en cuenta las transformaciones que han sufrido (Eva, et. al., 2004; Brown y Pacheco, 2005).

Actualmente se emplea el concepto de eco-region acuñado por Dinerstein, et. al. (1995) en

The Nature Conservancy, que define a los ecosistemas tratándolos como un ensamblaje geográficamente definido, constituido por comunidades vegetales y animales que: **a)** se desarrollan en condiciones ambientales similares debido al

clima en el que se distribuyen **b)** comparten la mayoría de las especies y una dinámica ecológica similar en el tiempo y **c)** se encuentra en alguna medida intervenido por decisiones humanas.

Otros autores han empleado los diagramas climáticos que ideó de Walter en 1977, para describir a la vegetación en relación con el ecosistema que habitan. Estos climodiagramas representan a esquemas muy tradicionales que se han empleado en el pasado, en el campo de la climatología para describir a la interacción entre la vegetación con el clima. Pues, este tipo de climodiagramas representan una herramienta gráfica, sencilla que, mediante símbolos establecidos de antemano trata de manera resumida a las mayores propiedades climáticas de una región. Seguidamente desarrollamos a modo de ejemplo un climodiagrama modelo en la Figura 2.4a (climodiagrama 1), para que de esta manera se contribuya a explicar como funcionan los climodiagramas que componen las Figuras 2.4a y 2.4b. Puede faltar algunos datos explicativos en el climodiagrama modelo que se emplea en este texto para describir a los restantes, sin embargo se aclara oportunamente en cada caso.

En la Figura 2.4a, (climodiagrama 1), en las abcisas se ubican a los meses del Hemisferio Austral, en las ordenadas, una división=10°C o 20 mm de lluvias. a: localidad, b: altura sobre el nivel del mar, c: números de años de observación, d: temperatura media anual, e: precipitación media anual en mm, f: mínima diaria del mes más frío, g: temperatura mínima registrada, máxima diaria del mes más caluroso, i: temperatura máxima registrada, k: curva de la temperatura media mensual, l: curva de lluvia media mensual, n: estación relativamente húmeda (rayado vertical), o: lluvias medias mensuales mayores a 100 mm (en negro, escala reducida 1/10), q: meses con mínima diaria media inferior a 0°C (rectángulo en negro), r: meses con mínima absoluta por debajo de 0°C (rayado oblicuo), s: duración media en días, del período sin heladas. Tratada la simbología de los climodiagramas de Walter, detallamos a continuación a los Ecosistemas Terrestres de Argentina. Es importante abordar la comprensión de los Ecosistemas Terrestres que se detallan armonizando los climodiagramas de Walter y las figuras de manera simultánea.

Principales Ecosistemas Terrestres de Argentina

Si tomamos la definición anterior encontraremos en Argentina los siguientes ecosistemas:

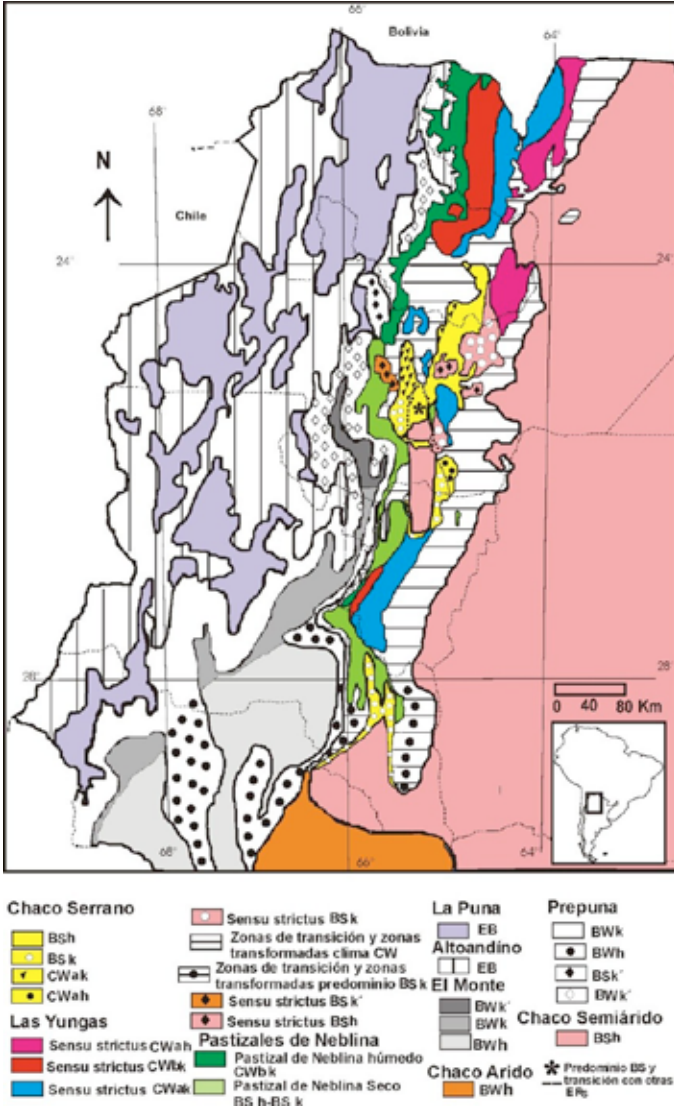


Figura 2.1 Ecorregiones del Noroeste Argentino basadas en la clasificación climática de Köppen. Tomado de Mendoza (2011).

Un **bosque caducifolio**: representado por el **bosque montano** (Figura 2.1) en las Yungas del Norte Argentino (por ejemplo el bosque de alisos que es un árbol decíduo que habita entre los 1700-2100 metros de altura) y por los **bosques patagónicos** (Figura 2.2, Tabla 2.1) de lengas y ñires (*Nothofagus pumilo* y *Nothofagus antártica*).

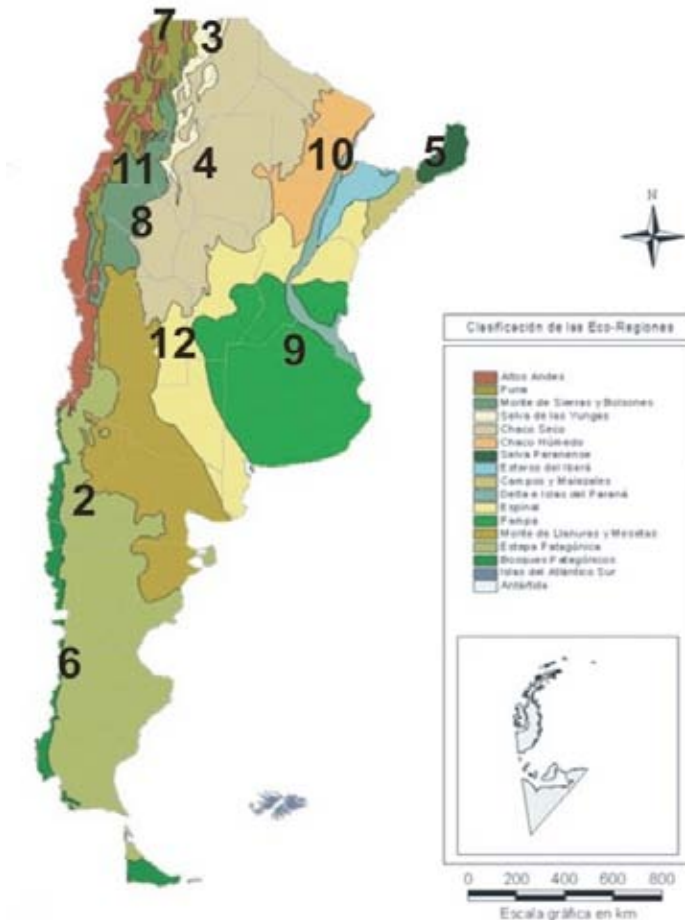


Figura 2.2.

Ecorregiones Argentinas, modificado de Burkart, et al. (1999). Los números representan a climodiagramas de Walter que se exponen separadamente en las figuras 2.4a y 2.4b.

ECOSISTEMAS TERRESTRES

N°	Lugar	LS		LO		ER	N°	Lugar	LS		LO		ER
		G	m	G	m				G	m			
1	Santiago del Estero	27	45	64	15	Chaco Semiárido	33	Famatina	29	10	67	30	Prepuna
2	Quimilí	27	30	62	30		34	Cafayate	26	2	65	55	El Monte
3	Rivadavia	24	10	63	0	35	Pipanaco	28	21	66	18	Chaco Árido	
4	La Rioja	29	29	66	55	36	Jagüe	28	35	66	22		Páramo
5	Capayán	28	50	66	0	37	Iruya	22	40	65	5	Pastizal	
6	El Barreal	28	40	66	1	38	Cumbres del obispo	25	0	66	5		Chaco Serrano
7	Perico	24	30	65	5	39	Cerro Nuñorco Grande	26	50	65	40	Estepa Patagónica	
8	Salta	24	47	65	24	40	Singuil	27	40	65	55		Chaco Serrano
9	Trancas	26	10	65	40	41	Ushuaia	54	48	68	18	Bosque Patagónico	
10	Metán	25	20	65	0	42	Río Gallegos	51	37	69	13		Pampa
11	El Alto	28	20	65	25	43	Comodoro Rivadavia	45	52	67	29	Bosque Patagónico	
12	Orán	23	10	64	22	44	Bariloche	41	7	71	18		Pedemontana
13	Tartagal	22	30	63	45	45	Santa Rosa	36	37	64	17	Selva Montana	
14	Tucumán	26	48	65	12	46	Rosario	36	56	60	40		Bosque Montano
15	Baritú	22	30	65	0	47	Concordia	31	23	58	1	Selva Montana	
16	Maíz Gordo PNER	24	20	64	10	48	Córdoba	31	23	41	10		Bosque Montano
17	Cerro Negro	24	25	65	40	49	Ceres	29	53	61	57	Bosque Montano	
18	Cochuna	27	20	65	55	50	Chilecito	29	10	67	31		Bosque Montano
19	San Javier PBSSJ	25	48	66	40	51	Tinogasta	28	4	67	34	Bosque Montano	
20	Sierra de Medina	26	30	65	2	52	Punta del Agua	28	38	68	39		Bosque Montano
21	Los Toldos	22	12	64	42	53	Mendoza	32	53	68	50	Bosque Montano	
22	Mojotoro	24	37	65	28	54	Newquén	38	57	68	3		Bosque Montano
23	Potrero El Clavillo	27	24	65	59	55	San Luis	33	18	66	20	Bosque Montano	
24	Santa Catalina	22	0	66	0	56	Posadas	27	21	55	54		Bosque Montano
25	El Moreno	23	56	65	50	57	Resistencia	27	27	58	59	Bosque Montano	
26	Cauchari	24	10	67	0	58	Formosa	26	12	58	14		Bosque Montano
27	Antofágasta de la Sa.	26	0	65	0	59	Paraná	31	44	30	42	Bosque Montano	
28	Cerro Incahuasi	25	25	67	10	60	Corrientes	27	28	58	50		Bosque Montano
29	Nevado de Chañi	24	5	65	55	61	Pte. Saenz Peña	26	49	60	27	Bosque Montano	
30	Angastaco	25	40	66	10	62	Villa María de Río Seco	29	54	63	41		Bosque Montano
31	Campo del Arenal	27	5	66	20	63	Campo Gallo	26	35	62	51	Bosque Montano	
32	Fiambalá	27	40	67	40	64	Añatuya	28	28	65	20		Bosque Montano

Tabla 2.1.

Sectores geográficos de los ecosistemas terrestres de Argentina con la mayor representatividad de datos climáticos descritos en este trabajo. Se corresponden a los sectores que se encuentran indicados en la Figura 2.3. Fuente: Mendoza (2011) y Servicio Meteorológico Nacional Argentino.

Las fanerófitas son las formas de vida predominantes en estos ecosistemas con una alta cobertura y en menor grado las hemicriptófitas con follaje caducifolio y membranoso. Las fanerófitas se caracterizan por poseer yemas de renuevo a una altura mayor que las hemicriptófitas y dominan al ambiente imprimiéndole características diferentes a esos ecosistemas. Fue Raunkiaer (1907) quien carac-

terizó a las formas de vida basándose en la altura en las que se ubican las yemas de renuevo. Esta situación de ubicar las yemas de renuevo en función de la altura de las plantas ha sido de gran ayuda para nombrar tipos de fisonomía y ha sido un gran aporte logrado por Raunkiaer.

La cobertura es una medida descriptiva de la dominancia que presentan las comunidades vegetales y nos da una idea de la composición de la vegetación.

En el bosque montano la temperatura se encuentra entre los 12 y 17 °C y la precipitación entre los 900-1200 mm anuales (Figura 2.3, Tabla 2.1).

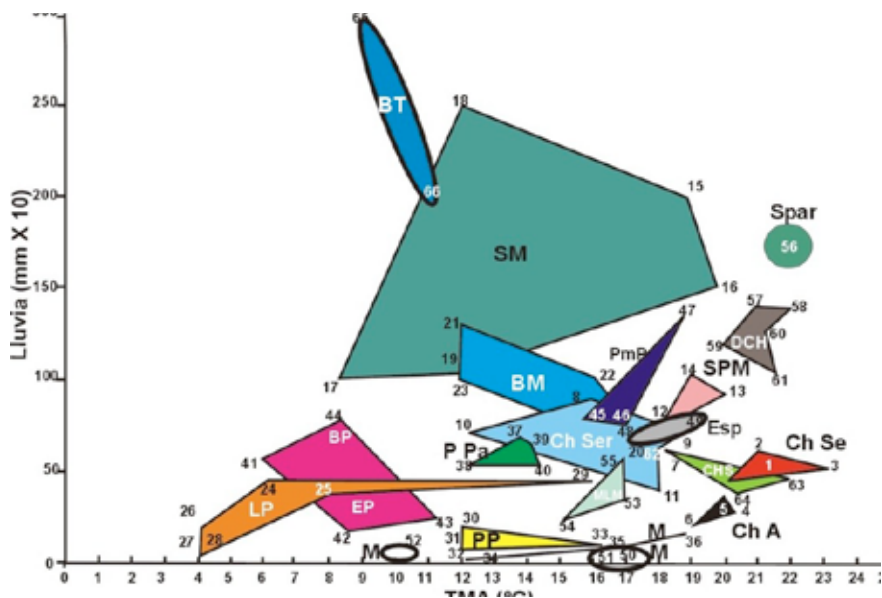


Figura 2.3.

Climodiagrama de los ecosistemas terrestres más representativos de Argentina, los que se encuentran indicados en la tabla 1. LP: la Puna, EP: Estepa Patagónica, BP: Bosques Patagónicos, M: Monte de Sierras y Bolsones, PP: Prepuna, P Pa: Páramo Pastizal, MLM: Bosques de Llanuras y Mesetas, CHS: Chaco Seco, Ch A: Chaco Árido, Ch Se: Chaco Semiárido, Ch Ser: Chaco Serrano, Esp: Espinal, DCH: Delta e Islas del Paraná y Chaco Húmedo, SPM: Selva Pedemontana, SM: Selva Montaña, BM: Bosque Montano, Pmp: Pampa, Malezales, Spar: Selva Paranaense, BT: Bosques templados. Modificado de Mendoza (2010, 2011).

Mientras que en los bosques patagónicos, la temperatura está en 8-9°C y la precipitación alrededor de 900 mm respectivamente. Los valores climáticos nos ofrecen una idea del contraste que existen entre ambos ambientes, y cómo ese contraste se marca más en los valores térmicos.

Otra situación representativa se da en la **selva pedemontana** (Figura 2.1, Tabla 2.1) con una temperatura anual que va de 18 a 20°C y 1000 mm de lluvia. La temperatura mayor se da por encontrarse a menor altura en un mismo escenario geográfico, este tipo de situación es muy común de observarse, pues en el ascenso en las montañas la temperatura desciende gradualmente. La diferencia fundamental en el gradiente ambiental entre el bosque montano y la selva pedemontana estriba en que el primero es un bosque caducifolio-perennifolio que se ubica entre los 1600-2000 m snm., que se encuentra representado por especies como alisos (*Alnus acuminata* HBK) y pinos del cerro (*Podocarpus parlatorei*, única gimnosperma arbórea de las selvas de Yungas). Mientras que si uno camina descendiendo desde los 2000 m snm hacia los 1000-500 m snm los valores térmicos ascienden y nos encontramos con un ecosistema del tipo caducifolio, representado por árboles como el "palo blanco" y el "palo amarillo" (*Calycophyllum multiflorum* y *Phyllostylon rhamnoides*), "oreja de negro" (*Enterolobium contortisiliquum*) que son representantes arbóreos exclusivos de la selva pedemontana.

A continuación y a modo de ejemplo de ecosistemas correspondientes a los tipos de bosques caducifolios, describimos mediante el empleo de climodiagrama de Walter (Walter, 1977), y los indicamos en la Figura 2.4a. En un primer paso observamos a los bosques de la Patagonia, y los identificamos en el centro-oeste en La Cordillera de Los Andes, en Bariloche (Río Negro). En esta situación los bosques que se desarrollan en éstas latitudes presentan cantidades mayores de precipitación que superan a la temperatura media anual todo el año, marcando una estación relativamente húmeda, pero fría según su temperatura anual. Esta situación no acontece en la Selva Pedemontana del Norte de Argentina (Orán, Salta), porque la disponibilidad de agua para crecimiento para la vegetación en este tipo de bosque se encuentra en un período comprendido entre la primavera y el verano, hacia los meses de octubre-marzo. Las lluvias mayores a 100 mm se restringen solamente al verano, mientras en los bosques Patagónicos el exceso hídrico está en el invierno. Período de tiempo en el que en la selva de Orán se encuentra libre de heladas y en los bosques de Bariloche existen heladas fuera de época, sumadas a las temperaturas bajo 0°C que ocurren en julio-agosto.

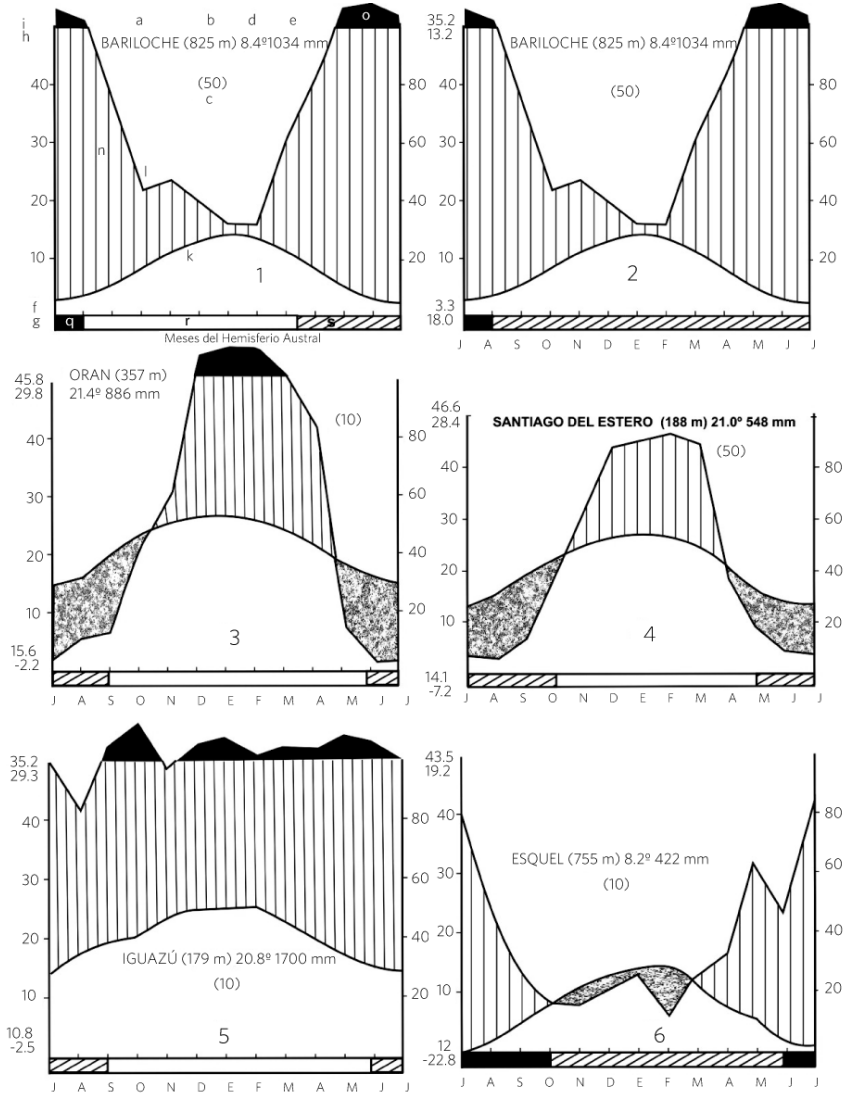


Figura 2.4a.

Climodiagramas de Walter empleados para describir en el texto a los ecosistemas de Bosque Caducifolio, Bosque Xerófito y Selva Templada. 2: Bosques Patagónicos (Bariloche, Río Negro), 3: Selva Pedemontana (Orán, Salta), Bosque Xerófito, 4: Chaco Semiárido (Santiago del Estero), Selva Tropical, 5: Selva Paranaense (Iguazú, Misiones), 6: Selva Templada (Esquel, Chubut). De manera geográfica los climodiagramas de encuentran indicados en la figura 2.2. Modificado de Cabrera (1976).

Un **bosque perennifolio**: está compuesto también por fanerófitas con cobertura media y por hemocriptófitas, pero con follaje perennifolio y coriáceo. Es decir, que sus hojas poseen estructuras diseñadas que evitan la pérdida de agua y permanecer en todas las estaciones. Ejemplos de ellos son los **bosques del Chaco Serrano** del Norte Argentino (Figura 2.1, Tabla 2.1). Y si viajamos hacia el centro del país, encontramos como un segundo ejemplo de estos ecosistemas a los bosques de las Sierras de Córdoba, que se encuentran representados por bosques de cochucho (*Fagara coco*), quebracho (*Schinopsis hankeana*) y de palo borracho (*Ceiba insignis*). Los valores de temperatura se encuentran entre 12-19 °C y las precipitaciones entre los 400-800 mm anuales (Figura 2.3) y forman parte del Chaco seco (Figura 2.2, Tabla 2.1) que describió Burkart et al. (1999) formando parte de un gradiente ambiental a mayor escala (Figura 2.3, Tabla 2.1).

El **bosque xerófito**: la forma de vida de estos bosques son las fanerófitas y poseen una cobertura media a baja. El follaje es caducifolio, áfilo en algunos casos y con hojas esclerófilas. Es decir, que no presenta hojas en gran parte del año y posee adaptaciones para evitar la pérdida hídrica, ya que se expande en un ecosistema "caliente" y "seco". Para imaginar la funcionalidad de este bosque en relación con el clima, se hace necesario la observación y/o comparación del régimen térmico e hídrico de estos bosques con otros. Ejemplos de ello se pueden obtener recorriendo los bosques del Chaco Árido (en La Rioja), Chaco Semiárido del NOA (Santiago del Estero) (Figura 2.1, Tabla 2.1) y hacia el centro del país en Córdoba en donde se expande al Chaco Seco (Figura 2.2, Tabla 2.1). La fisonomía de la vegetación podría estar bien representada por bosques como los "algarrobales" (bosques de Prosopis) del Chaco mezclados con "mistol" y "brea" (*Ziziphus mistol* y *Caesalpinea paraguayensis*).

El gradiente ambiental en el que se ubican estos ecosistemas en argentina oscila entre los 18-22 °C de temperatura y entre los 400-600 mm anuales de precipitación (Figura 2.3, Tabla 2.1).

Como mencionamos anteriormente en el centro del norte de argentino, en Santiago del Estero, se ubican los bosques secos del Chaco Seco. Mientras en Resistencia (Chaco), se encuentran los ecosistemas que representan al Chaco Húmedo. Para abordar la comprensión del concepto areal de ecosistema, resulta interesante armonizar la descripción de la fisonomía de la vegetación conjuntamente con la visualización de los climodiagramas. Pues, en esta oportunidad en ellos describimos al comportamiento del clima en el Chaco Seco, que incluye ecosistemas como el Chaco Árido, Chaco Semiárido y los contrastamos con el Chaco Húmedo. Que también puede representar a ecosistemas de vegetación de

Sabana de la Mesopotamia Argentina, a los ecosistemas del Noreste del Chaco y a los ecosistemas del Delta e Islas del Paraná. Empleamos a los climodiagramas que se indican en las Figuras 2.4a (Santiago del Estero) y en la Figura 2.4b (Resistencia, Chaco) para establecer diferencias en el funcionamiento de ecosistemas contrastantes.

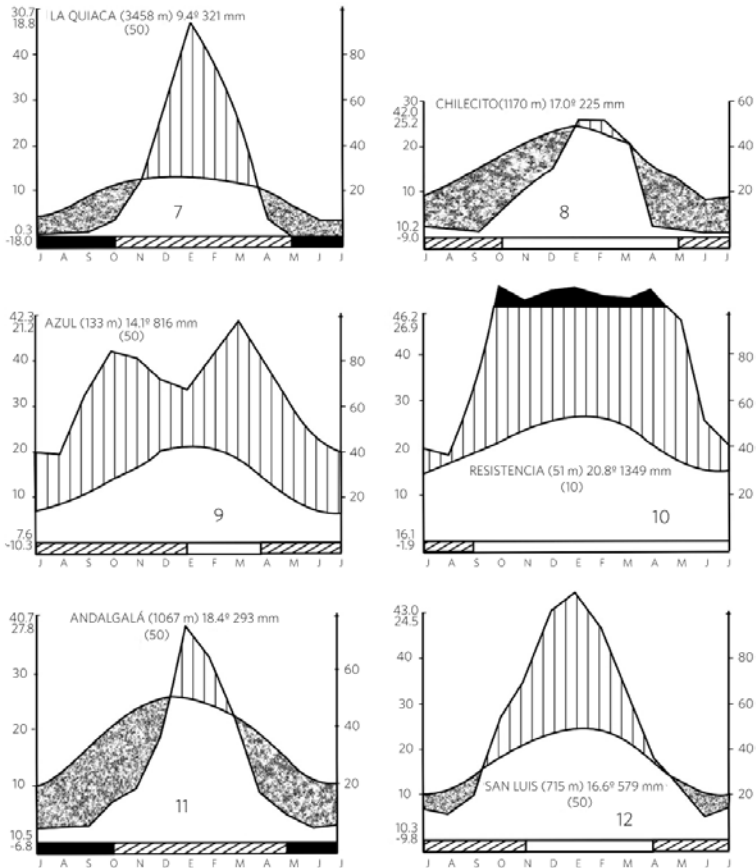


Figura 2.4b.

Climodiagramas de Walter empleados para describir en el texto a los ecosistemas de Desierto, Pastizal, Sabana, Estepa Arbustiva. 7: Desierto Frío (La Quiaca, Jujuy), 8: Desierto Caliente (Chilecito, La Rioja), Pastizal, 9: Pastizal de Campos y Malezales (Azul, Buenos Aires), Sabana, 10: Sabana, Chaco Húmedo y Estepa (Resistencia, Chaco), Estepa Arbustiva, 11: Monte de Sierras y Bolsones (Andalgala, Catamarca), 12: Monte de Mesetas y Llanuras, Espinal, (San Luis). De manera geográfica los climodiagramas de encuentran indicados en la figura 2.2. Modificado de Cabrera (1976).

En esas gráficas podemos observar que los bosques de ambos ecosistemas (ubicados casi a igual Latitud geográfica), se encuentran influenciados por un comportamiento muy diferente en las condiciones del clima. En el Chaco Seco, hacia el Este, dominan sequías en el otoño-invierno con probabilidad de que existan temperaturas por debajo de 0°C, lo que contrasta con un verano lluvioso-cálido y sin heladas. Por otro lado hacia el Oeste, en los bosques del Chaco Húmedo, notamos que se encuentran influenciados por un mayor grado de humedad en casi todo el año, con lluvias de mayor volumen (en negro, en el climodiagrama). El clima de los bosques del Chaco Húmedo se encuentra más cerca del clima subtropical (ver similitud con Iguazú, en Figura 2.4a) y los bosques del Chaco Seco hacen lo propio con los bosques pedemontanos (ver similitud con Orán, Figura 2.4a). Es decir, que en esta etapa podríamos afirmar que los bosques del Chaco Seco guardarían mayor similitud con los bosques pedemontanos que con las selvas misioneras. Desde otro punto de vista, también podremos establecer algunas diferencias, como las que establecerían en su funcionamiento los árboles que habitan esas regiones. Las que se encuentran sometidos a climas diferentes y sería oportuno remarcar a modo de ejemplo la dureza de la madera de sus árboles. En los bosques con mayor temperatura y marcada estacionalidad climática como los del Chaco Seco, las maderas de sus árboles son muy duras. Mientras en ambientes sin esa marcada diferencia climática entre el invierno y la primavera, poseen bosques con especies forestales que tienen maderas que son más blandas. Pues, las especies arbóreas funcionan con el ambiente reaccionando al comportamiento propuesto por el clima (estacionalidad climática) y todo ello es el resultado de ese comportamiento tan diferenciado, tanto en la consistencia de sus leños como en la composición de las especies que habitan a esos ecosistemas.

El **bosque de coníferas** está compuesto por los **bosques patagónicos** (Figura 2.2, Tabla 2.1) ó **bosques templados**. Integrados también por fanerófitas con cobertura media y por hemocriptófitas, pero con follaje perennifolio y coriáceo. Ejemplos de ellos son los bosques de ciprés (*Austrocedrus chilensis*), que presentan sus hojas de carácter permanente con una arquitectura particular y resistentes al frío.

Los valores de temperatura y de precipitación en este bosque se encuentran entre 8-9°C y 900 mm anuales, respectivamente. En Argentina este ecosistema está restringido a la Patagonia, pero si cruzamos la Cordillera de Los Andes hacia Chile encontramos a los denominados "bosques templados" (Figura 2.3, Tabla 2.1) que tienen el mismo rango térmico, pero la diferencia entre ambos estriba en la gran cantidad de agua que reciben los bosques templados, lo que genera un am-

biente más diverso y de mayor desarrollo en el sector chileno que en Argentina.

La **selva tropical** se encuentra representada por la **selva montana** (Figura 2.1, Tabla 2.1) de las Yungas del Norte Argentino (“selva de mirtáceas”, que se compone de árboles de hojas pequeñas y aromáticas con certeza fina y delgada) y por las **selva paranaense** de Misiones (Figura 2.2, Tabla 2.1), que posee “bosques de palmito” y “bosques de araucaria” (*Euterpes edulis* y *Araucaria angustifolia*) con características vegetacionales similares pero de mayor altura. Las fanerófitas, lianas y epífitas son las formas de vida predominantes en estos ecosistemas. Poseen muy alta cobertura y su follaje es perennifolio, compuesto y membranoso. Los valores de precipitación y temperatura son muy contrastantes. En el primer caso está entre los 1000-2500 mm (Figura 2.3) y en el segundo en 1700 mm. Los rangos térmicos en que se distribuye la selva montana está entre 8-20°C y en la selva paranaense llega a los 22°C anuales (Figura 2.3).

La **selva templada** es otro ejemplo de este ambiente y la podemos visualizar viajando hacia el sur de Argentina, en Futalaufquén (Chubut) con características muy similares a la Selva Templada Valdiviana Chilena a igual Latitud. Los representantes arbóreos más importantes de esta selva son el alerce y el ciprés de los guaitecas (*Fitzroya cupressoides* y *Pilgerodendrum uviferum*).

Los ecosistemas de Selva Tropical como se mencionó anteriormente pueden ser ejemplificados con la Selva Paranaense del Noreste del país (Iguazú, Misiones) como los que se encuentran en Corrientes, Misiones hasta el límite con Brasil, las Selvas de Montañas del Norte Argentino (Orán, Salta) y la denominada Selva Templada que se ubica en la Patagonia, hacia el Oeste de la Cordillera de Los Andes (Esquel, Chubut). Los climodiagramas que describen a estos ecosistemas se presentan en la Figura 2.4a. Ya hemos tratado el comportamiento del clima de las Selvas de Montaña cuando nos referimos a los ecosistemas de bosques caducifolios, ahora es momento de referirnos a las diferencias existentes entre la Selva Paranaense y la Selva Templada. En la Selva Paranaense la precipitación es mayor a la temperatura media anual todo el año, marcando una estación húmeda que es casi consistente con el período libre de heladas que ocurre en el período que va desde septiembre a junio. En esta etapa existen lluvias medias mensuales mayores a 100 mm (pintadas en negro) en gran parte del año. Mientras en la Selva Templada de la Patagonia la diferencia radica que es un clima más frío con períodos húmedos-fríos prolongados y con heladas en el invierno y en la primavera, desde junio-octubre. Luego se continúa con un verano más fresco y con sequía estacional en sus precipitaciones.

Desierto: en Argentina la vegetación de Desierto puede ser de dos tipos: vegetación de Desierto Frío y de Desierto Cálido. La Vegetación de Desierto frío se encuentra en **La Puna, Prepuna** y el **Altoandino** en el Norte Argentino (Figura 2.1). En otra escala menor está indicada como Altos Andes (Figura 2.2) que abarca hasta la Patagonia. Con muy baja cobertura, las geófitas y caméfitas son las formas de vida predominantes. Es decir, que la vegetación presenta yemas de renuevo al ras del suelo y por debajo de él, ya que el ambiente es muy frío y ventoso. Es la causa de su follaje muy pequeño, caducifolio y coriáceo, pues la escasez hídrica es el factor que caracteriza a la vegetación. Los valores de precipitación son muy contrastantes hacia los 3000 m snm, en la Prepuna, alcanzan los 100 mm anuales y hacia los 4000 m snm pueden llegar a los 500 mm en La Puna. La temperatura se encuentra entre los 12-16 °C en el primer caso y puede descender hasta los 4°C de promedio anual (Figura 2.3) en el Altonadino.

La Prepuna se caracteriza por presentar cardones columnares (*Trichocereus atacamensis* y *T. terscheckii*) en suelos pedregosos expuestos a los vientos que poseen humedad. La ubicación de este tipo de vegetación hacia los vientos del Sur es de vital importancia para aprovechar la humedad disponible para el crecimiento en un ambiente con alto defecto hídrico.

La Puna está caracterizada por la "estepa arbustiva" (*Parastrephia lepidipholia* y *P. filiformis*), además de los bosques enanos de "algarrobos" (*Prosopis ferox*) y diferentes especies de "queñoa" (*Polilepys australis*, *P. tarapacana*, *P. tomentella*, *P. hieronymi* y *P. crista-galli*) que hemos descripto como uno de los bosques de mayor rango altitudinal a escala global y que no está tratada en este texto.

En el Altoandino o "Altoandino quechua" (como lo llamó Cabrera, 1976), predomina la estepa herbácea mezclada con yareta (*Azorella compacta*). La estepa herbácea posee "pastizales" de los géneros *Stipa* y *Deyeuxia*, además de *Asteráceas* (que son arbustos de la familia de las *Compositae*) de los géneros *Senecio* y *Werneria*. Finalmente la **Vegetación de Desierto cálido** está representada por el Valle de la Luna, Ischigualasto (San Juan). Con muy baja cobertura, las caméfitas y terófitas son las formas de vida predominantes. Su follaje es muy pequeño, áfilo y coriáceo.

Los ecosistemas de Desierto frío en Argentina podrían ser ejemplificados con los ecosistemas que cubren la ecorregión de Los Altos Andes (como los de La Quiaca, Jujuy) y los de Desierto caliente como los que representan a el Monte de Llanuras y Mesetas (Andalgalá, Catamarca).

En los ecosistemas de Desierto frío como en La Quiaca (Figura 2.4b) que se ubicada a 3500 metros sobre el nivel del mar (m snm) posee un clima frío y seco con períodos fríos muy prolongados y con presencia de heladas gran parte del

año. Solamente puede existir disponibilidad de agua para la vegetación en cortos períodos de tiempo en el verano. Mientras en el Desierto Caliente como por ejemplo en Chilecito (La Rioja), posee una dinámica similar, pero es más cálido, con menor aporte hídrico y probabilidad de heladas (Figura 2.4b).

La **vegetación de Pastizal** se encuentra representada por la **pradera, la estepa de gramíneas y las vegas de ciperáceas**.

La **pradera** se extiende en las llamadas “Pampas, campos y malezales” que ha descrito Burkart (1999) (Figura 2.2, Tabla 2.1). Se caracteriza por comunidades vegetales con formas de vida como las hemicriptófitas, caméfitas, geófitas y terófitas. La cobertura, que es herbácea, es alta. Su follaje perennifolio presenta hojas medianas y graminiformes. Este tipo de vegetación se encuentra en relación con los valores uniformes de precipitaciones anuales que comprenden entre 800-1400 mm y su temperatura, la que se expande entre los 16-19°C (Figura 2.3, Tabla 2.1).

La **estepa gramínea** está situada en una transición entre los campos y malezales de Burkart, et al. (1999) y la estepa patagónica (Figura 2.2, Tabla 2.1). La estepa gramínea está formada por hemicriptófitas, caméfitas y terófitas como formas de vida predominantes. La cobertura es media, su follaje caducifolio con hojas medianas y graminiformes. Ejemplos de ellos son las estepas psamófitas del centro de San Luis y la estepa de coirón del Suroeste de Chubut. Las precipitaciones se encuentran entre los 800 mm anuales y la temperatura promedio los 18°C anuales (Figura 2.3, Tabla 2.1).

Las **vegas de ciperáceas** se ubican dentro de la estepa patagónica descrita por Burkart, et al. (1999) (Figura 2.2, Tabla 2.1). Limita al Norte con el monte de llanuras y mesetas desde la provincia de San Luis hasta Salta. La vegetación de las vegas en cuanto a su forma de vida comprende geófitas y hemicriptófitas (mallines patagónicos) de cobertura media-alta con follaje perennifolio y/o áfido, con hojas muy pequeñas y del tipo graminiformes.

En esta etapa los ecosistemas pertenecientes a los Pastizales en Argentina, como lo son los ecosistemas de pradera, pastizales de gramíneas y de vegas de Ciperáceas quedan representados en el climodiagrama que se expone en la Figura 2.4b para los Pastizales de Azul, en provincia de Buenos Aires. En este ecosistema de pastizal ubicado en el centro del país, pertenece a los que algunos autores denominaron Campos y Malezales. Se observa que presenta una estación anual relativamente húmeda, sin temperaturas bajo 0°C y con primavera-verano libre de heladas. Propiedades que aseguran el crecimiento para la vegetación dominante de esos ecosistemas.

La **vegetación de Sabana** comprende a la Sabana misma, el Parque y a la Estepa Arbustiva.

La **Sabana** se integra por un mosaico formado por tipos de formas de vida, entre los que se destacan las hemcriptófitas, caméfitas y fanerófitas (muy aisladas). El tipo de suelo presenta abundancia en sales minerales y se destaca por poseer aquellas formas de vida. La cobertura es media-alta, su follaje perennifolio y caducifolio. El tamaño de sus hojas pueden ser medianas y graminiformes. Como ejemplo se pueden nombrar a los “palmars de Yatay” de la Mesopotamia, a la “sabana de ñandubay y palma” del Noreste del Chaco, que se ubican entre el Chaco húmedo y el Delta e Islas del Paraná de Burkart, et al. (1999) (Figura 2.2, Tabla 2.1). Posee un rango ambiental de precipitaciones anuales entre 1000-1200 mm y la temperatura anual está entre los 20-22°C (Figura 2.3, Tabla 2.1).

El **Parque** se integra por un mosaico (área espacial con una vegetación característica, formado por hemcriptófitas, caméfitas y fanerófitas agrupadas. La cobertura es media-alta, su follaje perennifolio y caducifolio. El tamaño de sus hojas puede ser medianas y graminiformes. Un ejemplo en el Noreste Chaqueño, son los “Espartillares” y en un viaje hacia las provincias de Santiago del Estero y Córdoba, la transición con la vegetación del Espinal de Burkart, et al. (1999) (Figura 2.2, Tabla 2.1). Los rangos climáticos ambientales promedian entre los que ya se han discutido y que pertenecen al Chaco Húmedo y el Espinal (Figura 2.3, Tabla 2.1).

La **Estepa arbustiva** está formada por tipos de formas de vida como las caméfitas, nanofanerófitas y terófitas de follaje áfilo-suculento o caducifolio. La cobertura vegetal del terreno es baja a muy baja. Las hojas de la estepa arbustiva son pequeñas y están esclerificadas. Ofrecen una idea de la hostilidad hídrica de este ambiente. Un ejemplo de este tipo de vegetación es la que se encuentra representando al Monte (Figura 2.1) que describimos para el Norte de Argentina, al Monte de Sierras y Bolsones y al Monte de Llanuras y Mesetas que describió Burkart, et al. (1999) para el Sur del país (Figura 2.2, Tabla 2.1), en un viaje que se puede realizar en territorio Argentino desde las Serranías del Norte Argentino hacia las Provincias de San Luis, Río Negro y Chubut. Este gran gradiente ambiental que abarca varios cientos de kilómetros se puede separar por rangos de precipitaciones anuales, los que llegan hasta los 200 mm y de temperatura anual que oscila 12-18°C en el centro-norte de Argentina (Figura 2.3, Tabla 2.1). Mientras que en el Suroeste del país las precipitaciones anuales son más abundantes, llegan hasta los 400-600 mm y la temperatura anual está entre los 5-18°C (Figura 2.3, Tabla 2.1).

Finalmente caracterizamos en la Figura 2.4b a los ecosistemas de Monte de Sierras y Bolsones (ecosistemas de montañas) y a los ecosistemas de Monte de Mesetas y Llanuras. En el primer caso se ejemplifica a los ecosistemas de Monte de sectores montañosos que cubren desde el centro hacia el Norte de Argentina representados por Andalgalá (Catamarca) en la Figura 2.4b. Mientras en el segundo caso también mostrados en la Figura 2.4b, se encuentra representando a la vegetación de los ecosistemas que cubre desde San Luis, hacia las llanuras de la Patagonia Argentina. Un tópico común entre éstos ambientes, es que pueden compartir la presencia de precipitación en la época de verano, pero es más marcada y abundante en San Luis que en las montañas de Catamarca. Los períodos de sequías son más pronunciados en la parte montañosa del ecosistema del Monte que en las llanuras. Mientras las temperaturas bajo 0°C es muy marcada en los ecosistemas montañosos, mientras en los ecosistemas de llanura solamente existe probabilidad de heladas tardías o quizás tempranas.

Régimen de disturbios y perspectiva de la dinámica de parches

El concepto de disturbio tiene su origen en los países del hemisferio Norte. Hasta 1985 no había sido tenido en cuenta para entender la dinámica de las comunidades vegetales. Debido a los trabajos realizados por Turner (1987) y White y Jentsh (2001), el concepto ha sido incorporado para comprender el funcionamiento de la dinámica de la vegetación y ha sido enfocado en el estudio del funcionamiento de los bosques para contribuir a comprender como varían los ecosistemas en el tiempo.

Los disturbios enfocados en vegetación son considerados como un mecanismo que vuelve atrás la marcha sucesional hacia un equilibrio (Drury y Nisbet, 1971; White y Pickett, 1985) y representan una fuente de variación a los que pueden estar sometidos los paisajes naturales en escala espacial y temporal.

Diferentes tipos de **disturbios** han sido reconocidos desde el pasado en gran parte de los ecosistemas del mundo como agentes de perturbación de los mismos. Esta perturbación refiere al apartamiento del estado natural de un ecosistema, en su composición y funcionamiento, en el espacio y en el tiempo. Si tenemos en cuenta la escala espacial, un disturbio puede abarcar desde áreas pequeñas hasta cientos de hectáreas. Si lo que se tiene en cuenta para describirlo es la escala temporal, un disturbio puede o no repetirse en el tiempo en una misma área.

Recientemente se ha incorporado **la intensidad** como otra medida de disturbio. Evaluado de esta manera puede ser más o menos intenso. Un ejemplo de ello fue expuesto por Veblen (1989) para los bosques de la Patagonia Argentina, explicando la coexistencia de disturbios como el fuego y el pastoreo en un ecosistema de bosque lluvioso. En este sentido cuando actúan dos disturbios juntos en un paisaje, la intensidad del disturbio a la que se encuentra sometido es más intensa que si solamente estuviera sometido a uno solo de ellos. Es decir, la respuesta que se esperaría del ecosistema (por ejemplo su recuperación) sería diferente en relación con la intensidad del disturbio a la que pueda estar sometido.

Cuando se enfocan los disturbios teniendo en cuenta el espacio, el tiempo y la intensidad (entre otras), se está haciendo referencia a un **régimen de disturbio**. En un régimen de disturbio se tiene en cuenta además: la distribución espacial, la frecuencia de ocurrencia del evento, el área afectada, el intervalo de retorno en la escala temporal, la predictibilidad, y la interacción con otros tipos de disturbios.

La interacción entre diferentes tipos de disturbios es un tema de profundo interés y el estudio de su ocurrencia es importante para el ecosistema, aunque su identificación sea dificultosa. En sus estudios Everham y Brokaw (1996) demostraron que si interactúan dos disturbios en un ecosistema dominado por bosques que estuvieron expuestos a incendios forestales (primer disturbio), la susceptibilidad al volteo de árboles (segundo disturbio) por parte de viento podía variar desde la época en que ha ocurrido el primer disturbio en el tiempo. El problema del estudio de los regímenes de disturbios a escala de paisaje ha sido un tema muy investigado en ecología (White, 1979, Glenn-Lewin, et al., 1997), pero han sido escasos los estudios que integran interacciones entre disturbios.

El régimen de disturbios de un determinado tipo de ecosistema afecta principalmente su composición y funcionamiento, lo que puede tener consecuencias negativas para el paisaje. Ejemplos de regímenes de disturbios severos a escala de paisaje, como por ejemplo la erupción de un volcán, puede destruir la composición inicial de las especies de un determinado tipo de ecosistema. La reconstrucción de esa composición inicial demanda un determinado tiempo de restauración, a veces cientos de años. Como por ejemplo, el caso de la Isla de Krakatoa ha permitido el estudio de otros efectos sobre la vegetación, que en ecología se conoce con el nombre de Biogeografía de islas (MaCarthur y Wilson, 1968).

En Argentina se han puesto en práctica algunos de los conceptos de estas investigaciones. Se conoce actualmente que las mayorías de las Reservas Naturales, Parques Nacionales, Reservas de la Biósfera han sido creadas basándose en este tipo de teorías. De esta manera estos ambientes actúan "como modelos"

protegidos y en ellos se ha estudiado el funcionamiento de los ecosistemas, como en otras partes del mundo.

Existen diferentes tipos de disturbios y se los puede clasificar en función de su origen. Algunos son de origen natural, mientras que los más importantes, los generados por la intervención del hombre, son los disturbios antrópicos.

Ejemplos de disturbios de origen natural son: erupción de volcanes, incendios forestales, caídas de árboles del dosel, caídas de árboles por el efecto del viento, los deslaves y deslizamiento de laderas, hongos y plagas que afectan a los bosques a una determinada edad, etc. Mientras que disturbios de origen antrópico pueden ser provocados por el fuego inducido con fines pastoriles, la extracción selectiva de madera de los bosques, la introducción de ganado para pastoreo, etc. Ambas situaciones de una u otra forma impactan sobre el paisaje, produciendo un cierto grado de transformación.

Cuando un ecosistema se discontinúa se habla de una *perspectiva de dinámica de parches*. Esta perspectiva ha sido formalizada a través de los trabajos realizados por Pickett y Thompson (1978) y hace referencia a los mosaicos generados en la discontinuidad espacial o no de los ecosistemas. Esta perspectiva de dinámica de parches es mediada por disturbios, generalmente mediante la disponibilidad de recursos y por la intensidad de las interacciones biológicas. Es importante recalcar que la disponibilidad de recursos es parte del ambiente físico como un disturbio no natural, mientras la intensidad de las relaciones biológicas es parte del ambiente biótico como un disturbio natural.

El estudio de la dinámica de parches ha sido enfocado en bosques y ayuda a comprender cómo funcionan en el tiempo estos ecosistemas, más estrictamente ayuda a entender el ciclo de vida de un bosque en el tiempo. La discontinuidad en la distribución espacial de los ecosistemas genera heterogeneidad ambiental y oportunidades para la generación de un mosaico de parches que son diferentes en su composición y estructura (Whittaker y Levin, 1977). La discontinuidad espacial es reflejada en el ambiente abiótico y biótico. De otra manera, también pueden formarse un mosaico de parches aún cuando el ambiente físico no ha sido transformado.

Un mosaico de heterogeneidad espacial no necesariamente se genera al eliminar una parte de la cobertura vegetal, sino que puede generarse por el establecimiento de algunos organismos en un área determinada del ecosistema, como por ejemplo la llegada de nuevos individuos a un bosque por la apertura del dosel, la cual puede ser una consecuencia de una caída de árboles adultos. Esa unidad funciona de manera diferencial, en relación con la misma área en donde anteriormente la composición de seres vivos era diferente.

Esto proceso se explica mediante un proceso llamado de fase de claros (Watt, 1947; Bray, 1956), que hace referencia a la fase en donde ocurren cambios rápidos a medida que los individuos pueden dominar el sitio. Esta fase de claros es característica tanto de comunidades en estado estacionario de composición de especies como de comunidades sucesionales en donde las especies no pertenecen a las especies iniciales dominantes. Las comunidades generadas mediante fase de claros han sido estudiadas en los bosques de África por Aubrevillé (1938) y este estudio ha sido aplicado recientemente para entender parte del funcionamiento de los bosques de los Andes del Sur. En este sentido Veblen (1992) explica cómo ciertos árboles pueden llegar a los doseles producto de claros chicos o medianos ocasionados por la muerte o caída de un árbol o de un grupo de árboles.

Visto desde el punto de vista del no equilibrio, las especies inferiores alcanzan madurez en el dosel del bosque cuando el equilibrio compositivo del mismo dosel se fragmenta por efecto del disturbio (Pickett, 1980). El desarrollo de secuencias y repeticiones de este tipo de esquema puede explicar parte de la composición y/o parte de la recomposición de las especies que componen el dosel de un bosque. Para un detalle en gran escala Oliver (1981) propone un modelo relacionado con el funcionamiento en el tiempo de los bosques y que es aplicable a los bosques de la Patagonia Argentina. La aplicabilidad de este modelo en Argentina puede describir muy bien cuando los disturbios que modifican el paisaje (generando heterogeneidad espacial) son severos y de gran escala, los que son muy comunes en su ocurrencia. Es decir, cuando existe un gran reemplazo de la comunidad del bosque preexistente, como por ejemplo destrucción de bosque por erupción de un volcán, etc.

Para comprender la perspectiva de dinámica de parches que explica parte del funcionamiento del bosque en el tiempo, es necesario abordar el concepto de "nicho de regeneración" para comprender con posterioridad el "modo de regeneración". El concepto de nicho de regeneración fue definido por Grubb (1977) y no debe confundirse con el concepto tradicional de "nicho" (ver capítulo 3). En este apartado definimos *nicho de regeneración* como los requerimientos para la probabilidad de reemplazo de un individuo adulto por un nuevo individuo de la siguiente generación (Grubb, 1977). En la definición queda implícita la referencia que el concepto de nicho de regeneración está direccionada a los individuos juveniles, mientras la definición tradicional de nicho hace referencia a los individuos.

El modo de regeneración caracteriza al nicho de regeneración y en algunas especies está dado fundamentalmente por el comportamiento de regeneración en relación al disturbio (Veblen, 1992). Para este análisis debe recordarse que un

disturbio se encuentra medido (entre otras escalas) por el espacio y el tiempo. De acuerdo a los bosques de nuestra latitud los modos de regeneración pueden ser de tres formas: modo catastrófico, de fase de claros y de modo continuo.

El modo de regeneración catastrófico es el modo mediante el cual existe una eliminación completa de las especies que dominaban el sitio original (incendios forestales, erupción de volcanes, inundaciones).

El modo de regeneración por fase de claros se relaciona con disturbios generalmente endógenos. Lo más común y que ocurre en los bosques queda representado por este modo de regeneración. Un buen ejemplo de esto es la apertura del dosel mediante la caída de árboles individuales, los que generan claros chicos.

Finalmente *el modo de regeneración continuo* tiene ocurrencia en las especies forestales que pueden llegar a la madurez y alcanzar (o no) al dosel, pero fundamentalmente con la ausencia de disturbios.

Etapas sucesionales y el funcionamiento mediado por el no equilibrio

Los enfoques actuales realizados en relación con la dinámica de la vegetación parecen indicar que el funcionamiento de un ecosistema (particularmente los ecosistemas de bosque), en el seno de la naturaleza, se encuentra explicado por el no equilibrio. Pero esta afirmación ha tenido un cierto grado de evolución en el tiempo y estuvo sometida a permanentes estudios y ha llevado mucho tiempo para que puedan ser aceptadas, aunque en algunos casos sea de manera parcial.

En el estudio del funcionamiento de los ecosistemas de bosque y relacionado a las distintas etapas sucesionales, han predominado en sus comienzos las ideas enunciadas por Clements (1916), denominada “teoría sucesional” clementsiana. Esta teoría explica el funcionamiento en el tiempo de una determinada comunidad en un ecosistema. Por definición, se hace referencia a la dominancia continua que poseen los individuos de las especies de un bosque y que como resultado de la capacidad de esos individuos llamados climáxicos (condición de estabilidad y en equilibrio, fundamentalmente con el clima) pueden establecerse y crecer bajo la influencia de individuos adultos de esa misma especie.

En otras palabras, es la culminación de los cambios progresivos en la composición de especies, dada por los propágulos (semillas por ejemplo) y por los cambios ambientales inducidos por las especies llamadas “pioneras” que favorecen el establecimiento y la reproducción de las especies de etapas tardías. Por ejemplo

las especies denominadas “pioneras” son aquellas que se establecen “primero” en un gradiente sucesional y que poseen propiedades de adaptación que les permiten establecerse.

La teoría de Clements suponía que después de un disturbio, ocurría en el bosque una sucesión predecible y direccionada hasta alcanzar condiciones favorables de interacción entre las especies y esa composición se auto-perpetuaba en el tiempo. De esta manera, esta teoría era determinística por ser la sucesión ordenada y predecible, pero su principal característica era el “equilibrio” hacia la composición final de la comunidad del bosque o climax.

Esta teoría predominó con severas críticas (Tansley, 1935) hasta mediados del Siglo XX, pero quien rechazó estas ideas fue Gleason (1917, 1926), quien no aceptaba que las comunidades vegetales fueran entidades integradas y en equilibrio hacia una autopropagación de especies. Gleason (1917, 1926) enfatizó el comportamiento único e individualista de las especies y de los sucesos al azar que ocurrían en el seno de la naturaleza. De las investigaciones de Gleason, surgieron que propiedades de las especies (que han sido discutidos por otros autores muchos años después) hacían intuir que actuaban de manera individual, como por ejemplo el crecimiento, la reproducción y que es propio de cada especie.

Desde otro punto de vista, Tansley (1935) propuso la teoría del Policlimax. Se apoyaba en factores del tipo local para explicar su funcionamiento, es decir propiedades tales como sustrato, relieve, topografía, clima, etc. El concepto de Policlimax de Tansley contenía en su extensión un cierto grado de “equilibrio” en sus definiciones y debido a ello no fue en su momento ampliamente aceptado. De alguna manera el equilibrio al que hacía referencia lo vinculaba con la teoría clementisiana. Pero el incursionar en “factores locales” le asignaba un cierto grado de transición a su teoría en el enfoque sobre las comunidades vegetacionales para aquella época.

El análisis en el tiempo desde los años 50 ha permitido esclarecer que la sucesión de especies ha sido muy influenciada por componentes espacio-temporales, repetición de disturbios, los cuales separan a la sucesión de esa clásica visión de estado climácico (Sousa, 1984). Aún con las críticas, la teoría de Clements (1916) ha realizado un importante aporte a la teoría contemporánea sobre el funcionamiento de los bosques.

Actualmente se le ha asignado un rol destacado a los procesos aleatorios en la naturaleza y que rigen el funcionamiento del bosque. Entre estos procesos aleatorios se puede mencionar a los gradientes ambientales, los recursos, las interacciones biológicas positivas (simbiosis) y negativas (depredación, competencia,

parasitismo) y a la interacción de los disturbios, entre otros factores disparadores (Glenn-Lewin et al., 1992).

No se considera más a la sucesión como un proceso iniciado por especies vegetales que se establecen inicialmente (pioneras) (Connell y Slatyer, 1977). Aquellas teorías han sido reemplazadas por algunas hipótesis, que pueden interpretar cualquier etapa de la sucesión, y que no son antagónicas entre sí. Se tienen más en cuenta para interpretar la sucesión vegetal a las propiedades de la historia de vida de las especies y a las interacciones competitivas entre ellas, que a las características de la comunidad vegetacional (Peet y Christensen, 1980).

En esta dirección se encuentran los trabajos de MacArthur y Wilson (1967), que explican sucesión por reemplazo de especies tolerantes a la luz por especies intolerantes. Trabajo que ha sido considerado uno de los pioneros en la temática y que se encuentra basado en el estudio de disturbios naturales que dan origen a un recambio de especies.

Otro ejemplo que ha ejemplificado al funcionamiento de los ecosistemas corresponde a las estrategias adaptativas a estrés y disturbios de Grime (1979), que describe puntualmente cuales son las propiedades de la vegetación y los sucesos que pueden originar cambios en la vegetación observada.

Finalmente Noble y Slatyer (1980) mediante su esquema basado en los atributos vitales de las especies vegetales han contribuido a describir el funcionamiento de los ecosistemas. Es decir, que existen características de las especies como lo son: pioneras, tolerantes, cantidad de semillas, etc; que permiten que puedan establecerse poblando un determinado ecosistema.

Todas estas oscilaciones teóricas han servido a Connell y Slatyer (1977) para desarrollar un modelo que explica el funcionamiento del bosque llamado "de tres trayectorias" ("*pathways*"). Esto hace referencia a tres posibilidades que podrían ocurrir en el transcurso de una sucesión vegetacional: facilitación, tolerancia e inhibición. Es decir, son propiedades que se encuentran basadas en la diferencia entre especies de establecimiento temprano y especies de establecimiento tardío en la sucesión. Tempranas son aquellas que pueden establecerse primero que otras luego de un disturbio. Las especies tempranas pueden facilitar, no tener efecto o inhibir el establecimiento de otras especies. Un ejemplo de especies tempranas que puede facilitar el establecimiento de otras especies es el que ha enfocado Grau (1985) datando la expansión de los "alisos" (*Alnus acuminata*) como bosques de altura en el Norte de Argentina y que se mantienen en el tiempo en estado sucesional temprano. Mientras en el Sur de Argentina se encuentran los trabajos realizados por Veblen (1992b) para los bosques de la Patagonia, quien

observando los bosques de coníferas ha estudiado el establecimiento arbóreo de estos ecosistemas.

En la actualidad se acepta que ese modelo de tres trayectorias es el resultado de una multiplicidad de factores que, en su combinación, producen el patrón y el cambio sucesional observado (Peet, 1992). Parte de esa multiplicidad de factores mencionados fueron tabulados por Pickett et al. (1987), pero eventualmente ello no indica que no pudieran existir otros.

En relación con la dinámica de la vegetación que explica el funcionamiento de un ecosistema (particularmente los ecosistemas de bosque) muestra que el ecosistema no se encuentra en un equilibrio continuo. No se perpetúa en una composición de especies que puede ser altamente predecible en el tiempo. Todo lo contrario, los ecosistemas están regidos por leyes propias que han tratado de ser explicadas en los últimos cien años. Es decir, los procesos aleatorios que pueden ocurrir en el seno del ecosistema tienen que ver con esos procesos típicos que dominan a cada especie y no con las características que dominan a la comunidad de especies. A esos procesos típicos que manejan el recambio sucesional de especies, se suma actualmente "la historia de vida" de las especies ("*life history*") (Glenn-Lewin et al., 1992), en donde se incorporan otros caracteres de las especies como una gran sumatoria.

Todas estas características hacen prever que los estados sucesionales se encuentran mediados por el no-equilibrio, y que los procesos desordenados que ocurren en el seno del bosque son los principales responsables de la dinámica de vegetación que se observa.

Agradecimientos

Al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y al Laboratorio Climatológico Sudamericano (LCS) por el soporte de la información meteorológica empleada para discutir este trabajo. Especialmente al Dr. S. Halloy de *The Nature Conservancy* (TNC) de Ecuador por sus consideraciones.



CAPITULO III

Con los pies en la tierra: las interacciones

Francis María Suárez

La abundancia de especies en un ecosistema y las condiciones físicas y químicas del ambiente nos llevan a preguntarnos ¿De qué manera interactúan unas especies con otras? ¿Cuáles son y como ocurren las relaciones interespecíficas? ¿Se establece algún tipo de regulación?

En este capítulo se responden, entre otros, estos interrogantes, analizando los factores limitantes y el nicho ecológico de las especies. Con el fin de interpretar mejor el concepto de ecosistema y llevarlo desde la abstracción a la realidad, se consideran los hábitats de algunas especies que a través de conductas propias regulan su población constituida dentro de la comunidad. Se explica cómo algunos factores (temperatura, humedad, pH y salinidad) sostienen o limitan la comunidad biótica; las relaciones tróficas y los niveles de organización dentro del ecosistema y las interacciones entre las especies que ayudarán a comprender sus efectos en el aumento o disminución de las poblaciones en los ecosistemas terrestres argentinos.

Niveles de organización: desde los individuos hasta el ecosistema

En un ecosistema cada ser vivo es un individuo. El conjunto de individuos de la misma especie¹ que ocupan un espacio, en un tiempo dado, constituyen una población (Krebs, 1985), los chañares serían un ejemplo de población.

Las poblaciones no son estáticas y a lo largo del tiempo van cambiando y adaptándose. Los cambios están sujetos a factores externos (abióticos), a las relaciones entre las especies (interespecíficas) y a las que ocurren dentro de la población (intraespecíficas).

Las poblaciones de diferentes especies animales y vegetales que coexisten en un área determinada y que interactúan entre sí constituyen lo que se denomina comunidad biótica, y su composición depende de factores como el clima, el suelo, el fuego entre otros.

Todos los organismos vivos: productores (plantas verdes), consumidores (animales), descomponedores (bacterias y hongos) y el ambiente: factores físico-químicos (la luz, el agua etc.) interactúan y constituyen un ecosistema.

En los tres niveles de organización: población, comunidad y ecosistema se producen interrelaciones que regulan la abundancia y distribución de los seres vivos.

Hábitat y nicho ecológico

En el entramado del Monte en el noroeste argentino viven distintas especies que encuentran alimento y protección, y están adaptadas biológicamente para vivir en ese hábitat.

*El monte que lindo está!
Como hay miel de palo!
Bajo los garabatos,
lechiguana y chilalo²*

1 Según la definición del concepto biológico de especie propuesta por Mayr en 1940 las especies son grupos de poblaciones naturales que se cruzan entre sí real o potencialmente y que se hallan reproductivamente separadas de otros grupos similares. Estos organismos pueden intercambiar entre sí información genética y dejar descendencia fértil.

2 Fortunato Juárez " Chacarera del Chilalo".

¿Cuál es el hábitat del *chilalo* o *tapalu*? Esta abeja pequeña y sin aguijón hace una cueva de 10 centímetros de profundidad, con un reborde de barro amasado. En su interior, fabrica “tinajitas” de barro y coloca una bolita amarilla que la abeja madre ha amasado con el polen de la tusca y allí deposita sus huevos.

El hábitat es el lugar real con características bióticas y abióticas que tiene una especie en un ecosistema determinado. Especies diferentes pueden ocupar el mismo hábitat y la competencia entre ellas puede ser inexistente o mínima porque cada una tiene su nicho ecológico.

El concepto de nicho a través del tiempo

Las interpretaciones del concepto de nicho ecológico fueron cambiando a lo largo del tiempo. En las primeras décadas del siglo XX J.Grinnell y C.S.Elton presentaron conceptos difusos y diferentes. Elton tenía una concepción de nicho como “el papel” que cumple una especie en la comunidad y Grinnell lo interpretaba como una parte del ambiente “ocupada” por una especie. Hasta que Hutchinson (1957) propuso un nicho multidimensional. Vandermeer (1972) presentó una relación entre el concepto de nicho y hábitat. Whittaker et al. (1973) trataron de separar los conceptos de nicho y hábitat ya que los consideraban diferentes. Hurlbert (1981) propuso que el concepto de Hutchinson era biológicamente idéntico al de Grinnell.

En cambio R.H. MacArthur (1968) estudió como los individuos utilizaban los recursos. Fue Griesemer (1992) quien optó por diferenciar las definiciones de nicho según sus objetivos teóricos, así es que consideró que Elton pretendía explicar la estructuración de las comunidades, por lo cual usaba variables tróficas y que Grinnell lo que intentaba explicar era la especiación, y definió al nicho como la menor unidad de distribución en una escala jerárquica (basado en el principio de exclusión competitiva).

Criterios diferentes llegaron de la mano de Leibold (1995) de que el nicho de Elton y MacArthur involucra el impacto de los organismos sobre su ambiente y sus recursos, en cambio el del Grinnell y Hutchinson el efecto del ambiente sobre el organismo. Peterson (2003) propuso que Elton y Hutchinson hacían referencia al papel funcional de la especie y Grinnell y MacArthur a las condiciones bióticas y abióticas que limitan la distribución geográfica de la especie.

Existen diferentes combinaciones conceptuales para definir nicho según los intereses y usos, presentándose algunas controversias para determinar si corresponde a los ambientes, a los organismos, a los recursos o al hábitat. En la actua-

idad aun persiste la confusión sobre lo que es concretamente el nicho ya que es un concepto abstracto de la ecología. Al momento de aplicar el concepto de nicho como una herramienta práctica se debe tomar una postura, a modo de ejemplo se presenta: el nicho hutchinsoniano.

Hutchinson (1957) definió nicho como el conjunto de variables ambientales (factores abióticos y bióticos) y de valores límite dentro de los cuales una especie puede sobrevivir. Estas variables definen un **“hipervolumen n-dimensional”**. Cada punto corresponde a un posible estado del ambiente en el que la especie puede existir indefinidamente.

¿Cómo se conforma el hipervolumen n-dimensional?

El hipervolumen n-dimensional se constituye a partir de las condiciones ambientales que inciden en la sobrevivencia o reproducción de un organismo, por ejemplo la temperatura, la humedad o la salinidad. El nicho se define en una región, en este caso con tres dimensiones específicas: temperatura, humedad y salinidad.

Algunos autores definen el nicho fundamental y el nicho realizado de una especie, tomando en consideración su distribución en relación con las interacciones entre las especies. El **nicho fundamental** es definido como la suma de las condiciones ambientales bióticas y abióticas bajo las cuales un individuo, población o especie tiene la capacidad (genéticamente determinada) de persistir. El **espacio ambiental realizado** es la combinación de factores ambientales bióticos y abióticos que ocurren durante el período de existencia del individuo, población o especie focal. El **nicho potencial**, resulta de la intersección entre el **nicho fundamental** y el **espacio ambiental realizado**, en esta región se encuentra el **nicho realizado**. Las interacciones con otras especies afectan el nicho potencial, y determinan el rango de condiciones bióticas bajo las que la población focal podría persistir.

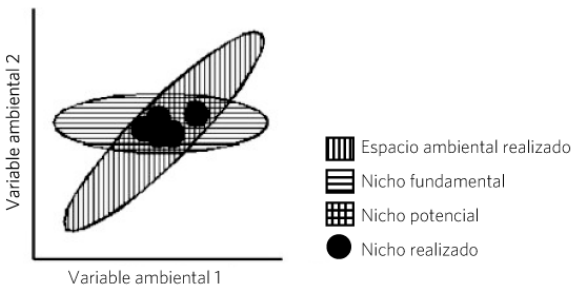


Figura 3.1
Espacio ambiental realizado y nicho fundamental, potencial y realizado de una población o especie en función de dos variables ambientales. Este esquema sigue el propuesto por Jackson y Overpeck (2000). Extraído de Revista Ecología Austral Vol. 15.N2. Presentado por Vazquez, D.P.; (2005) Reconsiderando el nicho Hutchinsoniano.

Por lo tanto decimos que el nicho fundamental corresponde a las condiciones generales en las que la especie puede existir. Mientras que el nicho realizado son las condiciones en las que la especie existe.

Factores Ambientales

Al mirar un agroecosistema de monocultivo de soja, lo vemos como un manto verde. Al observarlo y considerarlo detenidamente descubrimos la multiplicidad de vida que allí se desarrolla: el cultivo de soja, malezas, insectos, chinches diminutas, arañuelas rojas, orugas cortadoras, orugas de las leguminosas, oruguitas de la verdolaga, chinches de los cuernitos (o chinche marrón) y orugas medidoras entre otros. Ellos constituyen algunos de los factores bióticos de este agroecosistema. Los factores físicos que han participado en el crecimiento y desarrollo de la soja son entre otros el agua, la luz solar, la temperatura, como también los fertilizantes y los agroquímicos utilizados por el constituyente antrópico de este ecosistema.

Los factores ambientales se clasifican también como recursos y reguladores. Los recursos son utilizados directamente por el organismo. Los reguladores son aquellos que determinan la velocidad de la utilización de los recursos, por ejemplo la temperatura, la humedad relativa, el pH (logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidrogeno que mide la condición llamada acidez), la salinidad (contenido de sales minerales disueltas en un cuerpo de agua, además esta expresión se utiliza para referirse al contenido salino en suelos o en agua), los contaminantes, etc.

Los recursos son consumidos y pueden ser reducidos o agotados por la actividad de los organismos, mientras que los reguladores no son consumidos, ni dependen de la presencia o ausencia de otro organismo. Son recursos para una planta el nitrato, el fósforo, el agua y la luz. Para una abeja, el polen y el néctar de una flor. En la naturaleza los organismos están sometidos al ambiente multifactorial (factores físicos y biológicos) que ejercen sobre ellos su acción en forma simultánea.

Factores Limitantes:

Un factor abiótico es limitante si obstaculiza el crecimiento, la reproducción e incluso la sobrevivencia de una población. De acuerdo a la ley de los factores limitantes, cada factor abiótico tiene su punto óptimo y sus límites de tolerancia, fuera de este margen provocan tensión y la muerte de la población.

El potencial genético de cada organismo es el factor limitante que determina el crecimiento del mismo aunque los factores ambientales sean óptimos. En el año 1840 Liebig explicó que al restringir algún nutriente en las plantas el resultado siempre es el mismo “limita el crecimiento”, e introdujo a partir de sus observaciones la ley de los factores limitantes, a la que también conocemos como ley del mínimo de Liebig. La aplicación de la ley también incluye a los factores bióticos que pueden ser la competencia y la depredación de otras especies por ejemplo las plagas que afectan los cultivos agrícolas.

La humedad y la salinidad del suelo son factores ambientales que determinan el desarrollo de la vegetación presente en el ecosistema. Teniendo en cuenta los factores mencionados, encontramos en la provincia de Santiago del Estero, un área con bosque de xerófitas donde los suelos son bien drenados, sin peligro de anegamiento y con escurrimiento superficial medio.

El estrato arbóreo de esta comunidad está dominado por el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) un árbol grande, de corteza gruesa y hojas simples. Con pequeñas flores perfumadas de color blanco amarillentas. El fruto es grande y aplanado (folículo) con numerosas semillas rodeadas por un ala membranosa. También en este estrato encontramos el quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis Lorentzii*) un árbol grande de hojas compuestas y flores pequeñas agrupadas en panículas (inflorescencia racimosa), con fruto samara que tiene un ala aplanada de tejido fibroso y papiráceo que favorece la dispersión por el viento. Otro árbol de este estrato es el mistol (*Ziziphus mistol*) que tiene espinas y hojas ovaladas o redondeadas con pecíolo corto (pedúnculo que une la hoja al tallo) con flores verde-amarillentas, los frutos del mistol son (drupas) de color castaño oscuro cuando están maduros. Otro representante es el algarrobo negro (*Prosopis nigra*) árbol con espinas muy pequeñas, hojas bipinadas, con folíolos oblongos, frutos lineales de pulpa dulce. El estrato arbustivo está representado por el atamisqui (*Capparis atamisquea*) arbusto leñoso, con hojas alternas simples, acanalladas en el haz y cubierta de pelos en el envés, inflorescencias terminales racimosas, o con flores solitarias en la axila de las hojas superiores y fruto abayado. También forma parte de este estrato la tusca (*Acacia aroma*) arbusto que produce

abundante polen y néctar, con vainas oscuras y flores amarillas.

El vinal (*Prosopis ruscifolia*) árbol o arbusto con espinas solitarias, hojas bipinadas, frutos delgados, largos y amarillentos, con manchas rojas. Y las cactáceas como el quimil (*Opuntia quimilo*) planta arbórea de tallos ramificados, con espinas largas y fuertes, flores grandes, rojo-anaranjado y frutos verde- amarillentos; el ucle (*Cereus forbesii*) planta arbórea de hasta 4 a 6 m de alto, con tallo cilíndrico, ramificado, flores grandes y rosadas y frutos grandes con pulpa roja, comestible y el cardón (*Stetsonia coryne*) planta arbórea de hasta 5 m de alto, con tallos cilíndricos, flores blancas grandes, frutos globosos y amarillentos.

En otro sector donde los suelos son fluviosoles (desarrollados sobre depósitos aluviales, según la clasificación de la FAO) con horizonte salino (correspondiente a las salinas de Ambargasta) la vegetación es una estepa arbustiva de halófitas (tolerantes a las sales). Crecen allí el jume (*Allenrolfea patagónica*); el jumecillo (*Heterostachys ritteriana*) entre otros. El suelo muestra una cobertura blanquecina que nos indica la concentración de sales que posee esta área.

A medida que el terreno se eleva y se reduce gradualmente la concentración de sales y humedad, los arbustos xerófitos espinosos (vinal, mistol, quebracho) y las cactáceas (ucle, quimil, cardón) ganan terreno sobre las especies halófitas (Jume, jumecillo).

De esta manera podemos comprobar que en ambos sectores, aquel con vegetación de xerófitas, y aquel donde predomina la vegetación de halófitas cada especie ha encontrado los factores ambientales adecuados para su mejor desarrollo. Dicho de otra manera para cada especie existe un nivel óptimo de un factor ambiental (humedad, salinidad) en el que se desarrolla mejor y valores superiores o inferiores por encima o por debajo de los cuales muestra un descenso en su actividad biológica.

Respuesta de los anuros a los factores ambientales

Los anfibios son un grupo de animales que comprende entre ellos a los anuros: sapos y ranas, con características morfológicas y fisiológicas diferentes a otros organismos, son individuos ectodérmicos, no regulan su temperatura corporal, reaccionan a condiciones ambientales que los favorecen. El canto de los anuros representa a una parte importante de su ciclo de vida y específicamente a su reproducción. La humedad del aire y la temperatura inciden en la reproducción. Como ejemplo puede mencionarse Un estudio incipiente (presentado en el capítulo V de esta colección) sobre ranas trepadoras de árboles (tiene ventosas

en sus patas) de tamaño relativamente pequeño (*Hyla pulchella*). A partir de observaciones diarias se monitorea su canto el cual anuncia el inicio de su etapa reproductiva siempre y cuando las temperaturas sean las adecuadas. Mediante un gráfico presenta el análisis estadístico para valorar la información meteorológica en relación al canto en los meses de agosto de 2011 y 2012. El mínimo de temperatura necesaria para que la rana comience su ciclo reproductivo es más o menos 20 °C, o sea que cuando la temperatura es menor a ese valor, su etapa reproductiva no se inicia. Esta especie *H. pulchella* es importante como bioindicador, porque puede detectar condiciones “calidas anómalas invernales” que se encuentran relacionadas con fenómenos climáticos de gran escala.³

¿Cómo inciden las bajas temperaturas sobre las plantas?

La baja temperatura es otro factor limitante que puede resultar perjudicial para las plantas. Provoca estrés térmico y daños en las membranas celulares y en las proteínas, lo que se conoce con el nombre de chilling. El “chilling” suele estar asociado a la pérdida de funciones de las membranas, como la disminución en su fluidez e inactivación de las “bombas transportadoras de iones” (proteínas de membrana) asociadas a ellas, a través de las cuales ingresan sustancias y nutrientes al interior de las células vegetales.

En la reserva Provincial Aguas Chiquitas, se estudió la tolerancia a las bajas temperaturas en el Cedro (*Cedrella lillois* C.DC). Para los fines se recolectaron los frutos provenientes de 15 árboles, luego se llevaron a cabo distintos procedimientos: secado de los frutos en laboratorio, extracción, desecación y almacenamiento de las semillas en cámaras frías. Luego el sembrado de las semillas en macetas plásticas (en invernáculo). A los 60 días se llevaron las plantas a cámaras de crecimiento en distintas condiciones: uno con temperatura de 25°C (testigo) y dos con estrés térmico: moderado (15°C durante el día y 10°C durante la noche) y severo (10°C día y 5°C noche). La evaluación de la pérdida de solutos a través de la membrana demostró que en el caso de estrés moderado no se vio afectada, mientras que en el estrés severo fue muy importante. Por lo tanto se puede interpretar que especies de regiones tropicales y subtropicales son sensibles al estrés térmico, especialmente en los primeros estadios de su desarrollo.

³ Mendoza capítulo V de este libro

Este ensayo se llevó a cabo en la especie Cedro (*Cedrella lillois* C.DC), que por su alta demanda y valor comercial esta fuertemente talada en las yungas. Por lo que se pretende buscar áreas para su posible repoblación considerando su tolerancia a las bajas temperaturas.

Interacciones entre poblaciones

En la organización de un ecosistema las interacciones entre los elementos que lo componen son fundamentales y establecen un complejo sistema de regulación entre ellos. Ningún organismo puede vivir sin relacionarse con otras especies ni con su ambiente. Los organismos interactúan unos con otros de diferentes formas, no sólo a través de las relaciones alimentarias, sino compitiendo o beneficiándose, excluyéndose o coexistiendo.

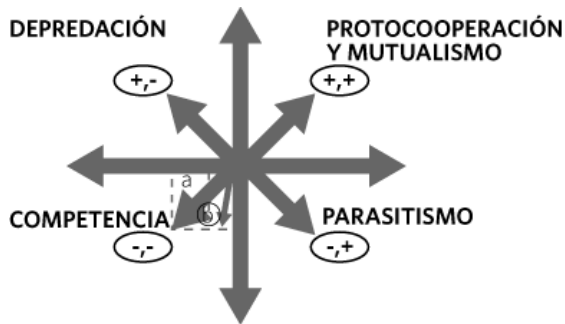


Figura 3.2.

Tipos de interacciones entre poblaciones (tomado de Fuentes, Q. 1989)

Las poblaciones que constituyen un ecosistema no se encuentran aisladas, por el contrario establecen interacciones entre ellas, que provocan consecuencias para cada una de las especies que pueden medirse por los cambios de densidad o en la biomasa total a lo largo del tiempo.

Las interacciones pueden ser positivas (mutualismo) cuando la población aumenta su densidad; negativas (competencia y depredación) cuando disminuye su densidad y neutras cuando la población no manifiesta ningún cambio debido a la interacción. La figura 2 muestra un esquema de cuatro interacciones interespecíficas, en las cuales no están representados los efectos neutros.

Competencia

En particular, el espacio es un recurso primordial por el que compiten no sólo los organismos sésiles, como las plantas (Tilman 1994) y muchos invertebrados (Jackson y Buss, 1975), sino también muchos otros móviles, como es el caso de los animales territoriales (Brown y Orians, 1970). En consecuencia, la dominancia de una especie a escala geográfica determina la exclusión de otras, con la consecuencia de que la riqueza específica (i.e., número de especies) y la equitatividad en la abundancia (i.e., importancia relativa de las distintas especies) decrecen tanto a nivel local como regional (Hillebrand et. Al. 2008).

Por ejemplo, los animales compiten por el alimento y las plantas de un bosque por la luz. Las hormigas compiten con los roedores por el recurso semillas. Se puede competir por cualquier recurso necesario -factores físicos o bióticos- que resultan esenciales para los organismos.

Los individuos de la misma especie o especies diferentes son competidores cuando utilizan los mismos recursos limitados, insuficientes para satisfacer sus necesidades o demandas.

- **La competencia intraespecífica**, entre individuos de la misma especie, fue estudiada por Darwin como uno de los mecanismos de selección natural (estudio que forma parte de la biología evolutiva) ya que incide en su crecimiento y reproducción.
- **La competencia interespecífica** - entre individuos de distintas especies- afecta no sólo a los individuos sino que, una especie entera puede ser apartada del hábitat, fenómeno conocido como exclusión competitiva. En ecología es una de las relaciones más estudiadas ya que controla el tamaño de las poblaciones competidoras y afecta la dinámica de las poblaciones de las especies que compiten.
- **El principio de exclusión competitiva o principio de Gause** explica que dos especies que compiten totalmente no pueden coexistir indefinidamente en el mismo nicho. La competencia interespecífica puede dar lugar a la extinción local de ambos competidores o a la coexistencia de ambos. En la extinción de un participante el mejor competidor gana sin que el competidor inferior logre coexistir. La coexistencia se puede lograr cuando el competidor posee un refugio exclusivo (nicho)

La Competencia interespecífica en *Paramecium*

Analicemos el concepto de competencia interespecífica a partir del estudio presentado por Gause (1934) en el cual utilizó tres especies de protozoos: *Paramecium aurelia*, *P. caudatum* y *P. bursaria*. Las tres especies crecían aisladamente consumiendo células bacterianas o levaduras, que a su vez vivían en harina de avena renovada regularmente. Cuando hizo crecer conjuntamente *Paramecium aurelia* y *P. caudatum*, la última especie fue declinando hasta la extinción. En el caso de *Paramecium aurelia* y *P. bursaria* coexistían y competían pero *P. aurelia* se alimentaba de bacterias suspendidas mientras que *P. bursaria* se concentraba en las células de la levadura del fondo del tubo. Cuando estaban aisladas las especies crecían con los recursos renovados regularmente. Al colocar dos especies juntas puede suceder que la competencia lleve a la extinción de una (*P. caudatum*) o que coexistan y compitan como en el último caso (*P. aurelia* y *P. bursaria*). De esta manera Gause comprobó y presentó el principio de exclusión competitiva.

Competencia entre flores masculinas

Muchas especies de plantas requieren de un intermediario, el polinizador, para su reproducción. Cuando los polinizadores no son suficientes para la cantidad de plantas en un lugar, se establece la competencia entre las flores masculinas. Si lo consideramos desde el punto de vista evolutivo la selección natural favorece aquellas plantas cuyas flores son más atractivas, ofrecen mejor néctar, otorgan parte de su polen rico en proteínas de la cual se alimenta el polinizador y una estructura floral que facilita su acceso. Estos y otros recursos presentes en las flores masculinas (mecanismos heredables) permiten a partir de la visita de mayor número de polinizadores, transmitir estas características a muchos descendientes. En el caso de aquellas especies vegetales que el número de polinizadores disminuye por alguna causa, surgen adaptaciones relacionadas a su atracción (flores vistosas, producción de néctar etc.).

Depredación

La depredación consiste en el consumo de un organismo (la presa) por parte de otro organismo (el depredador) estando la presa viva cuando el depredador la ataca por primera vez. Existen distintas formas de clasificar los depredadores. La taxonómica es la más utilizada. Los carnívoros consumen animales, los herbívoros consumen plantas y los omnívoros consumen animales y plantas. La clasifi-

cación funcional incluye cuatro tipos de depredadores: depredadores verdaderos, ramoneadores, parásitos y parasitoides.

Son depredadores verdaderos, los que matan a sus presas después de atacarlas y a lo largo de su vida matan muchas presas diferentes a las que pueden consumir en su totalidad o solo una parte de ellas. En la ecorregión de las Yungas son depredadores el jaguar (*Pantera onca*) y el yaguareté (*León onca*) y sus presas las corzuelas rojas (*Mazama americana*) y pardas (*Mazama gouazoubira*).

Cuando los depredadores atacan a un gran número de presas, en el transcurso de su vida, pero sólo toman una parte de ella, se denominan **ramoneadores** (animales que cortan las ramas). En este grupo se incluyen grandes vertebrados herbívoros como las ovejas, las vacas y las cabras, cuyos ataques a corto plazo sobre la presa rara vez son letales y nunca son predeciblemente letales.

Los **parásitos** consumen una parte de sus presas (huéspedes) con efectos nocivos y a corto plazos no son letales. A diferencia de los ramoneadores, los parásitos atacan unos pocos individuos a lo largo de su vida, estableciendo una íntima asociación entre los parásitos y los huéspedes. Algunos platelmintos (gusanos planos) como la tenia de cerdo (*Taenia solium*) son endoparásitos del hombre, tienen cuerpo plano y delgado llega a medir 2 y 7,5 metros cuando alcanza la madurez. Las adaptaciones que presenta la tenia para la vida parásita son entre otras: el tegumento que la protege contra la digestión por parte de los líquidos del huésped, la alta tolerancia al pH, la respiración principalmente anaeróbica, los escasos órganos sensoriales y los mecanismos de fijación al tejido huésped. También existen parásitos herbívoros que extraen la savia de las plantas, como los pulgones.

Los **parasitoides** son un grupo de insectos que se incluyen en esta clasificación, en base al comportamiento de la hembra adulta en la puesta de los huevos (en, sobre o cerca de otros insectos) y de la pauta subsiguiente de desarrollo de la larva (en el interior o en la superficie del huésped). Están íntimamente asociados a un solo individuo (huésped) no provocan su muerte inmediata, pero el desenlace letal es inevitable.

Para evitar el uso elevado de agroquímicos, el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) utiliza el control biológico en diversos cultivos de soja. De esta manera los **parasitoides** y los **depredadores** actúan naturalmente y reducen notablemente las poblaciones de **insectos plagas**. El control biológico es seguro para la salud humana, no contamina los productos de cosecha y sus derivados y permite ahorrar divisas, al disminuir el uso de insecticidas. En la EEAO (Estación Experimental Agropecuaria Oliveros, (provincia de Santa Fe), se estu-

diaron las especies depredadoras y parasitoides asociadas a las principales plagas del cultivo de soja. Especies generalistas que se alimentan de distintas plagas, en sus diferentes estadios: huevo, larva o ninfa, pupa y también adultos. Estos organismos son importantes agentes de control, porque durante su desarrollo consumen muchas presas, no presentan especificidad y están presentes en distintos cultivos. Entre ellos podemos mencionar a las arañas, vaquitas, chinches, juanitas, carábidos, crisopas, mantis.

Ahora bien, ¿De qué mecanismos se valen las presas para ahuyentar a sus depredadores? Podríamos decir que entre depredador y presa se establece una “carrera de armamentos”. Las presas desarrollan ciertas conductas adaptativas: adquieren mejores protecciones (caparazones más duros) o sabor nauseabundo. Mientras que los depredadores no se quedan atrás, y a través de la selección natural, desarrollan medios que les permitan superar estas defensas.

Las plantas se valen de las secreciones orales de los insectos herbívoros a través de las cuales perciben su presencia, y responden con producción de diferentes sustancias químicas de defensa: alcaloides, terpenoides, esteroides, compuestos fenólicos (flavonoides y taninos entre otros) compuestos cianhídricos o algunos derivados azufrados.

Los taninos son compuestos que le dan un sabor amargo a las plantas y las hacen menos apetitosas para los herbívoros. Poseen tanino el roble, las moras y los arándanos.

Y ¿Qué efectos tienen las especies depredadoras introducidas sobre sus presas? Los efectos de especies depredadoras introducidas, pueden ser devastadores sobre las especies presa, incluso pueden exterminar por completo a la especie que les sirve de presa. Los castores introducidos en nuestro país, desde otras áreas, constituyen una amenaza a la diversidad biológica, a los sistemas productivos y naturales porque desorganizan el sistema ecológico y pueden llevar a la extinción de las especies.

En el caso que la población depredadora disminuya, si llegan a sobrevivir algunas presas la población se recupera.

Proceso de depredación: Los depredadores pueden responder al cambio de densidad de las presas. Lo hacen de forma numérica o funcional. En el primer caso, la población del depredador cambia según los cambios de densidad de la presa sin variar la tasa de ataque. En la respuesta funcional, cada depredador cambia su tasa de ataque a medida que la densidad de la presa varía.



Figura 3.3.

Esquema general del proceso de depredación. Extraído de Soriano, A; RCJ León; O.E. Sala; (1993) "Ecología" Cátedra de Ecología. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires

En el proceso de depredación, cada etapa es influida por la interacción del depredador con la presa, que no solo consiste en la cantidad de presas que se capturan por unidad de tiempo, sino, el tipo de presas disponibles que se capturan. La respuesta funcional es la relación entre el número de presas capturadas por un depredador por unidad de tiempo y la densidad de la presa, siempre que se presente un solo tipo de alimento. La densidad de alimento necesario no sólo depende de la acción de una especie de depredador, sino también de las necesidades de otras especies coexistentes que intentan o consumen las mismas presas.

Los grandes depredadores carnívoros no sólo comen animales salvajes (vizcachas, corzuelas) sino que pueden atacar animales domésticos (gallinas, patos, pavos) por lo cual se han considerado plagas y se ha intentado erradicarlos, generalmente con éxito. Muchas áreas silvestres de Santiago del Estero se encuentran defaunadas por cazadores, que han provocado la disminución de carnívoros felinos como el yaguaroundi (*Herpailurus yaguaroundi*) el gato montés (*Oncifelis geoffroyi*) el gato de pajonal (*Oncifelis colocolo*) el puma (*Puma concolor*) y el yagareté (*Pantera onca*).

El avance de la frontera agropecuaria ha suscitado la pérdida y fragmentación del hábitat de carnívoros mustélidos como el zorrino (*Conepatus chinga*) y el hurón (*Galictis cuja*), de cánidos como los zorros (*Pseudalopex griseus* y *Cerdocyon thous*). En particular el aguará guazú (*Crysocyon brachyurus*), un cánido de gran tamaño de Sudamérica, está en peligro de extinción, a nivel nacional y regional. Habita en espacios abiertos, incluyendo pastizales, sabanas con parches de árboles y matorrales. Frecuenta las cercanías de ríos y zonas inundables. En nuestro país se lo puede encontrar en el este de las provincias de Formosa y Chaco, en el norte de Santa Fe y de Córdoba, en gran parte de Corrientes y Santiago del Estero. Es un animal de hábito nocturno o crepuscular, solitario, sumamente tímido y cauteloso. Tiene una dieta amplia y omnívora, que incluye pequeños roedores, aves, culebras, lagartijas, ranas, peces, caracoles, insectos y cangrejos y vegetales (especialmente frutos). Uno de los mayores problemas que esta especie enfrenta actualmente, es la expansión de la frontera agrícola que altera su hábitat natural.

Parasitismo

En los ecosistemas argentinos existen numerosas especies exóticas. Hablaremos de una especie de eucaliptos, el *Eucalyptus camaldulensis* para ilustrar el parasitismo. En esta especie vegetal se encuentran ninfas de diferentes estadios del insecto conocido comúnmente con el nombre de “psílido de los eucaliptos rojos” o “psílido del escudo” (*Glycaspis brimblecombei*). Se pueden observar huevos en el envés de las hojas de eucaliptos.

Este insecto fitófago succiona savia, se alimenta de brotes y hojas nuevas y construye sobre las hojas un escudo protector cónico azucarado, de color blanco cristalino, bajo el cual permanece hasta transformarse en adulto. Las infestaciones que produce este insecto son fácilmente reconocibles por el escudo cónico blanco secretado por las ninfas.

Aunque los adultos y las ninfas del insecto se alimentan de la savia de las hojas, son las ninfas las que provocan el mayor daño: decoloración de las hojas y pérdida del follaje, debido a la caída prematura de las hojas y a la muerte de los brotes nuevos. Esto trae como consecuencia la reducción del área foliar para la fotosíntesis y la disminución del vigor vegetativo y del normal crecimiento de los árboles. Los efectos directos en los árboles varían desde defoliación, con distintos grados de severidad, o el secado de brotes, hasta la muerte de ramas o del árbol completo.

Mutualismo

Imaginemos un recorrido por una región caracterizada por su gran biodiversidad, la maravillosa selva tucumano-oranense, rodeados de tipas amarillas, horco molle, cedro, nogal, pino del cerro, con lianas y epífitas. Esta percepción fotográfica se vuelve dinámica si pensamos en los insectos y aves que a través de la polinización y la dispersión de sus semillas son responsables de la reproducción de majestuosos árboles y arbustos.

Los insectos polinizadores son estratégicos dentro de los ecosistemas ya que están encargados de asegurar la polinización y con ello, la natural regeneración de las plantas. Varias familias de abejas y abejorros (Himenópteros), de moscas (Dípteros) y en menor grado de cascarudos y mariquitas (Coleópteros) son insectos polinizadores con una función primordial en los ecosistemas.

Cerca del 73% de las especies vegetales cultivadas en el mundo y más del 75% de la vegetación mundial son polinizadas por abejas (FAO, 2004). O sea

que entre los insectos y las plantas se establece el *mutualismo de polinización*, una interacción en las que ambas especies salen beneficiadas. Se cumple así una importante función en la generación de la biodiversidad de nuestro planeta.

Las ventajas que se consiguen con esta interacción pueden ser: un recurso alimenticio (para una de las dos partes), la protección contra los enemigos o la existencia de un ambiente favorable en el cual crecer y reproducirse.

Entre los individuos de diferentes especies se establecen lazos mutualistas: facultativos (cuando cada individuo- simbiote- obtiene beneficio pero no depende de otro); obligados (para uno de los organismos y facultativos para el otro, o pueden ser obligados para ambos individuos).

Mutualismos intergrupales: son más complejos e importantes y ocurren entre miembros de diferentes reinos o dominios. La mayor parte de las plantas superiores (con raíz, tallo y hojas) tienen micorrizas (un estrecho mutualismo de un hongo y el tejido radicular). Las micorrizas refuerzan la capacidad de las plantas para extraer minerales del suelo y obtener una parte de carbono orgánico. También, según evidencian los registros fósiles, las primeras plantas terrestres carecían de pelos radiculares y tenían asociados a ellas los hongos. No se descarta la posibilidad que la conquista en tierra firme haya sido gracias a la presencia de los hongos.

Mutualismo de algunas plantas con bacterias fijadoras de nitrógeno: la mayoría de las plantas son incapaces de fijar nitrógeno atmosférico (dinitrógeno o nitrógeno molecular). Un grupo pequeño de procariontes son los únicos que pueden realizar este proceso: las bacterias, actinomicetos y algas azules, que establecen un estrecho mutualismo con eucariotas diferentes. Estas simbiosis son de importancia ecológica ya que el nitrógeno se encuentra en poca cantidad en los diferentes hábitats.

Un caso se da entre la soja (leguminosa) y la bacteria *rhizobium*. Las bacterias reciben protección y nutrientes de la planta hospedadora mientras que le proveen de nitrógeno útil. Las bacterias se encuentran en el suelo, y se multiplican cerca del pelo radicular, la colonia bacteriana se desarrolla sobre el pelo radicular que luego penetra en la célula.

El huésped deposita una pared alrededor de la colonia bacteriana y forma nódulos. Las bacterias se convierten en bacteroides hinchados que no se dividen. En el huésped se desarrolla un sistema vascular que lleva los nutrientes al nódulo y los productos con nitrógeno fijado (asparagina) a las hojas y tallo. Se forma leg-

hemoglobina, entre el grupo hemo aportado por la bacteria y la globina (proteína globular) de la planta huésped. Se trata de un mutualismo químico, responsable de mantener baja la concentración de oxígeno en el nódulo, necesario para la fijación del nitrógeno molecular.

Comensalismo

El comensalismo es un tipo de interacción que ocurre entre dos especies en la que una de ellas se beneficia, mientras que la otra no se ve afectada. Un vegetal epífita como por ejemplo el clavel del aire (*Tillandsia brioides*, *T. xiphioides* y *T. cordobensis* familia Bromeliácea) que habita en las ramas del mistol es un ejemplo de comensalismo. El epífita se beneficia pero el árbol no se ve beneficiado ni perjudicado. Hay muchas plantas que usan a los algarrobos y a otros árboles como apoyo para vivir, como el clavel del aire.

Interrelaciones en la comunidad biótica

Las relaciones tróficas que se establecen entre los seres vivos se caracterizan por el pasaje de materia y energía de unos a otros.

En todos los ecosistemas se producen estas relaciones de la comunidad biótica, y se basan en categorías de organismos que interactúan de manera similar: productores, consumidores y saprófitos o descomponedores que constituyen niveles tróficos porque obtienen su energía de una fuente común.

Las cadenas tróficas se inician a partir de organismos autótrofos como las plantas verdes, las algas y algunos procariotas (productores primarios). Ellos obtienen la energía directamente del sol; producen moléculas orgánicas de las cuales se alimentaran los demás organismos.

Para comprender estas relaciones se propone ejemplos de la Ecorregión del Chaco Semiárido de la República Argentina. Los caprinos son consumidores primarios, organismos heterótrofos que consumen distintos forrajes herbáceos y leñosos. Presentan un comportamiento alimenticio flexible y oportunista debido a la alta selectividad que ejercen sobre las especies disponibles en el área de pastoreo. La oferta o escasez de alimentos para estos rumiantes está determinada por el régimen hídrico de la región. La dieta caprina la constituyen: las latifoliadas anuales (*Lantana*, *Aloysia*, *Malvastrum*); las leñosas (*Acacia*, *Atamisquea*, *Castella*, *Celtis*, *Geoffroea*, *Prosopis*, *Ziziphus*); las gramíneas (*Setaria*, *Digitaria*, *Trichlori*) y las epifitas (*Tillandsia*).

Los carnívoros (consumidores de segundo orden) son por ejemplo: zorros, comadrejas, pumas y yaguareté.

Los descomponedores (bacterias, hongos) y los detritívoros (consumidores animales de materia muerta) viven del recurso que se libera cuando estos animales o estas plantas mueren a causa de senectud, enfermedad o luchas. Las siguientes estructuras: cutículas larvarias de los artrópodos, mudas de las serpientes, pelo, plumas y cuernos de los vertebrados, también las hojas caídas, constituyen la materia orgánica disponible para los descomponedores y detritívoros.

¿Cómo actúan los hongos de putrefacción? La degradación fúngica fue estudiada en una especie leñosa, la Acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.). Esta especie exótica es considerada invasora de varios agroecosistemas y comunidades de Argentina, como en el Parque nacional El Palmar (Pcia.de Entre Ríos) y la pampa ondulada.

Se observaron los efectos de los hongos xilófagos en la estructura de la madera. Específicamente la acción de los hongos ocurre en los principales componentes de la pared celular: celulosa, hemicelulosa y lignina, dando como resultado 3 tipos de pudrición: blanca, castaña y blanda. Los hongos atacan primero los azúcares hemicelulósicos (xilosa y manosa) antes que los azúcares celulósicos. El deterioro es intenso y destructivo. La madera se torna de consistencia frágil y, al presionarla entre los dedos, se reduce a polvo. De esta manera se pudo comprobar la acción descomponedora de materia orgánica de organismos como los hongos xilófagos.

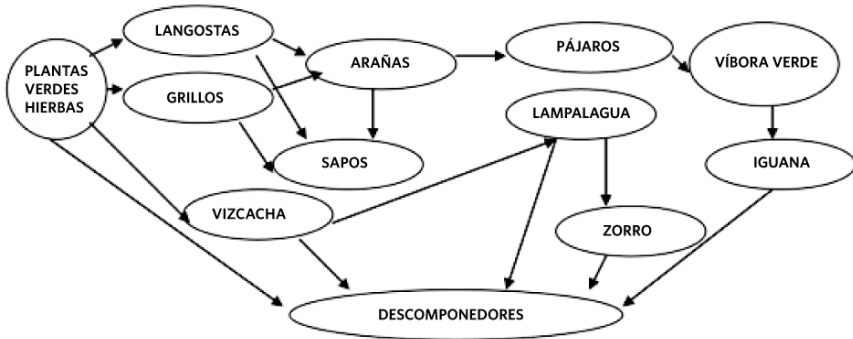


Figura 3.4 Red trófica correspondiente a la ecorregión Chaco seco: presenta las relaciones alimentarias entre los organismos

A partir del estudio de las redes tróficas en los ecosistemas es posible analizar las interacciones que existen entre las especies y además conocer el flujo de energía dentro del mismo.

Flujo de energía en un ecosistema

Un ecosistema posee atributos propios: la captación de la energía radiante, su transferencia entre los distintos organismos y la circulación de materiales nutrientes a través de los distintos grupos de organismos.

En la ecorregión del Chaco seco las plantas verdes (chañares, mistol, quimil) captan la energía solar y la transfieren como forraje a los herbívoros (caprinos), éstos, como presas, a los carnívoros (yaguareté) y como materia muerta a los descomponedores (hongos y bacterias). Así se da el flujo de la energía a través de los diferentes niveles tróficos.

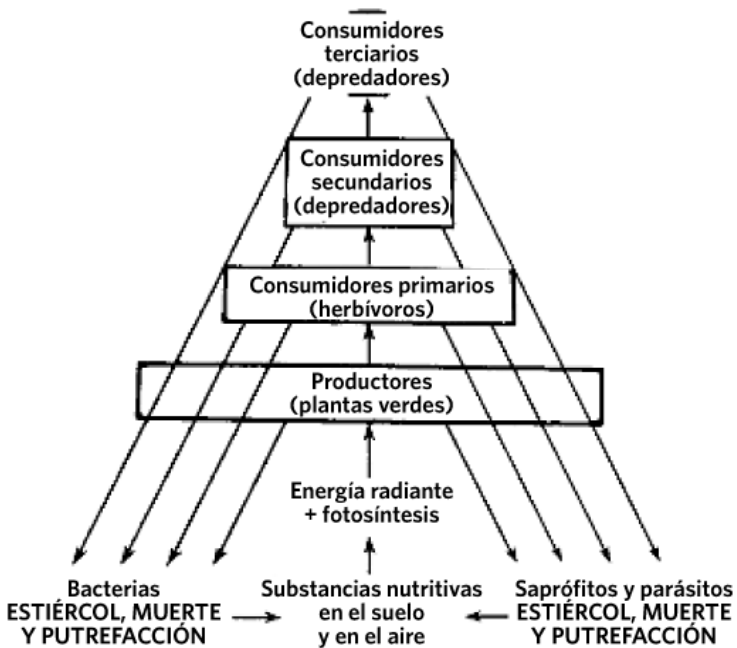


Figura 3.5

El ciclo del alimento y la pirámide de energía. Los organismos aumentan de tamaño a medida que decrece su número y ascienden el nivel. Esquema extraído de Zoología general Storer, T; Uzinger, R. (1982)

La luz que pueden absorber las plantas está directamente relacionada por la cantidad de área foliar (determinada por el número de hojas y las dimensiones de estas). Cuanto mayor es el área foliar, más luz puede captar con lo cual aumenta la fotosíntesis y también su crecimiento.

El total de la energía asimilada es lo que se denomina producción primaria bruta (PPB) y depende de la luz absorbida. La producción primaria neta PPN es la que queda al restar la energía que las plantas utilizan para sus funciones como respirar, construir tejidos, reproducirse y defenderse. La PPN representa la entrada de energía que está disponible para los otros niveles tróficos y no toda PPN es consumida por los herbívoros. Una parte del tejido vegetal muere y es descompuesto sin ser aprovechado por ellos. A este flujo no utilizado se lo llama productividad Neta de la comunidad o PNC.

A su vez que no todo lo que los herbívoros consumen en un ecosistema pasa a ser parte de sus tejidos sino que una buena parte se pierde en forma de heces y orina. Lo que queda disponible para los carnívoros se la denomina Productividad secundaria. De la misma manera que ocurre el pasaje desde las plantas a los herbívoros, es el pasaje de energía desde los herbívoros a los carnívoros, donde una porción es utilizada, una no asimilada y otra respirada.

A través del estudio de las pirámides y de las relaciones tróficas se puede comprobar que en los ecosistemas el ciclo de la energía es abierto y que sólo un 10 por ciento de la energía de cada nivel está disponible para el siguiente nivel.



CAPITULO IV

Biodiversidad

Silvia Noemí Passarino

¿Qué es la biodiversidad?

El término *diversidad* indica la variación o variedad que existe en un conjunto de atributos. Desde este sentido, la diversidad biológica es, en consecuencia, la variedad que existe en el mundo vivo, es decir, en el seno de los individuos y entre ellos.

En el año 1989, Edward O. Wilson (biólogo de la Universidad de Harvard), definió el concepto de biodiversidad como la variedad biológica de una determinada zona del planeta. Para otros autores, biodiversidad es la propiedad de la vida, en diferentes niveles de organización, de ser diversa. Y consideran tres niveles: genes, especies y ecosistemas. Así, las diferencias entre los individuos de una especie se deben a las diferentes estructuras de la molécula que codifica la información genética (ADN). Esta variabilidad se denomina ***diversidad genética***. Por otro lado, en los ecosistemas las comunidades están interaccionando unas con otras, cada comunidad está constituida por poblaciones de diferentes especies con una determinada cantidad de individuos. Cuando mayor es el número de especies que la componen, más son las vías de flujo de energía que se producen entre ellos y, por ende, más compleja es la comunidad. Ese grado de riqueza en las especies se conoce como ***diversidad de especies***.

Por último, las áreas geográficas que se distinguen como paisajes, por tener historia y condiciones ambientales particulares, están integradas por distintos

hábitats que intercambian materiales y energía. El número y la representatividad de estos hábitats constituyen la **diversidad de ecosistemas** (pastizales, praderas, bosques). También las nuevas formas de vida producidas por el hombre a partir de mutaciones, selección, reproducción artificial, o mediante la biotecnología se incluyen en el concepto de biodiversidad. Para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la biodiversidad se define como el total de la diversidad y variación de los seres vivos y de los sistemas de los cuales forman parte. Ello abarca la variación de los sistemas y de los organismos, y la variación entre ellos, en niveles que van desde las ecorregiones (ver capítulo II) a los hábitats específicos, en cualquier rango de organización, incluidos los rangos por debajo de especie.

Desde esta perspectiva, y coincidiendo con el botánico español Izco (1998), para comprender la diversidad biológica hay que tener en cuenta las relaciones funcionales y estructurales que se encuentran en los diferentes niveles de organización, como también la influencia de la acción del hombre. Podríamos comparar un paisaje característico de una pradera con el de un humedal o una selva tropical; es allí donde la diversidad de las formas que adopta la vida maravilla en su verdadero despliegue de variedad. Cada una de dichas formas fue moldeada desde sus orígenes, en un proceso evolutivo que no ha cesado, a través del tiempo y del espacio. Según Izco, J. (1998, p. 664): *“forman parte de esta diversidad biológica conceptos tales como resiliencia, equitatividad, dinámica de poblaciones, competencia intraespecífica, depredación, etc. (...) [Esto] se relaciona con la noción de incertidumbre, porque en la naturaleza están en constante fluctuación, sea con el número de especies de las comunidades y con sus abundancias relativas ligadas a las condiciones ambientales, como su variación en el tiempo o en el espacio.”*

En este sentido, ya R. Margalef (1991), fundador de la ecología moderna, hacía una analogía interpretando a la biodiversidad con el diccionario de la naturaleza. Es decir, cada organismo era como una palabra, y ese ser vivo era utilizado en el mundo natural en un lugar determinado y en el momento oportuno, de acuerdo con las condiciones particulares de ese ambiente.

Si bien puede tener varios enfoques el concepto de biodiversidad forma parte de un todo, que por razones de estudio se fragmenta para poder ser analizado. Se destaca la importancia de esa visión global para comprender el funcionamiento de la biodiversidad.

En diferentes momentos, los conceptos y aproximaciones teóricas, han servido para poner en discusión el alcance del término biodiversidad en el contexto de la conservación y sus prioridades. En el seno de la Unión Internacional para la

Conservación de la Naturaleza, (UICN, organización internacional que se dedica a la conservación de los recursos naturales desde 1948) el Programa de Paisajes Protegidos, busca mantener los espacios naturales estableciendo un vínculo entre los valores naturales y culturales favoreciendo el desarrollo de actividades tradicionales de la población local. Esta perspectiva forma parte de un nuevo paradigma de la conservación privilegiando aquellos en los que las actividades humanas son armoniosas con la naturaleza de esos ecosistemas.

El **Convenio sobre la Diversidad Biológica** (2004), es el acuerdo mundial general sobre todos los aspectos de la biodiversidad (los recursos genéticos, las especies y los ecosistemas), y establece en su artículo 2 que *“se entiende por **diversidad biológica** la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos, y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”*. Como se puede observar, existen diferentes conceptos para definir la biodiversidad, como cualquier otro concepto científico muestra la complejidad epistemológica. Esto es propio de la evolución de los conceptos teóricos en base al avance de las investigaciones.

La complejidad de la biodiversidad

Para interpretar la complejidad de la biodiversidad, se puede observar en el gráfico¹ una síntesis conceptual que intenta describir qué se estudia en la naturaleza viva. Es oportuna su utilización para comprender las múltiples relaciones y tener una visión más realista de la verdadera naturaleza de la biodiversidad.

El trabajo sobre la fauna del Iberá (Parera y otros, 2004), preparado por un equipo de especialistas para la *Fundación Biodiversidad Argentina* en el marco del proyecto *Manejo y Conservación de la Biodiversidad en los Humedales de los Esteros del Iberá* (provincia de Corrientes, Argentina) nos muestra un diagnóstico de la fauna de tetrápodos, detallando su composición y su estado de conservación. Hemos tomado un ejemplo, que nos ayuda a comprender cómo se estudia una población determinada, en este caso el de la especie Yaguareté (*Panthera onca*) ya extinta en la región.

El estudio que se realizó tiene como objetivo la reintroducción en el largo plazo de yaguaretés en la reserva provincial Iberá, en la que actualmente ya no existen. Se analizaron las ventajas y desventajas, situación general, factores que ejercieron presión sobre sus poblaciones, condiciones, disponibilidad y recursos

para la especie. A partir de ello se puede comprender la intrincada red de relaciones que se establece entre la población de Yaguareté y su ecosistema.

Se ha observado la estructura poblacional de los esteros del Iberá, y de qué manera podría incorporarse esta especie en esa región. Las poblaciones vegetales como pajonales, pastizales y reductas franjas boscosas, cerca de cuerpos de agua como bañados y lagunas, constituyen el hábitat propicio para el yaguareté. Debido a las variaciones, a los cambios de los ecosistemas, la población de yaguaretés se ha reducido y debió retirarse hacia el norte de nuestro país. En la provincia de Corrientes ya no existe. Aunque la masa boscosa es escasa, la región central de Corrientes presenta hábitats receptivos; es decir, un conjunto de condiciones naturales para el desarrollo de esa especie.

Al analizar las relaciones interespecíficas, es decir, uno de los componentes funcionales, es posible que se establezcan conflictos con las poblaciones de ciervos de pantanos (*Blastocerus dichotomus*) o el venado de las pampas (*Ozotocerus bezoarticus*), ya que compartirían el mismo territorio. También son ambientes en los que, en las cercanías, hay pequeños grupos humanos desarrollando actividades agrícola-ganaderas. Por esto, los dueños de los campos ven como peligroso compartir el mismo suelo, por la existencia del ganado vacuno, fácil presa para los yaguaretés. Aun así, los correntinos apoyan el proyecto. Esto es reflejado en una investigación realizada por la Caruso (2011) publicada en el boletín de los esteros en la que lo justifican por su posible atractivo turístico, y por el hecho de que el yaguareté forma parte del patrimonio cultural y natural de los correntinos.

El concepto de biodiversidad, refiere a los diferentes valores que se le han asignado a la biodiversidad y forma parte tanto de argumentos y explicaciones cotidianas, como de argumentos para la toma de decisiones políticas y económicas. Cada vez que se estudian u observan cambios en los diferentes niveles y componentes de cada especie o población, las variables o los factores deben ser abordados desde una perspectiva de escalas múltiples, tanto espaciales como temporales, como ocurre con el caso del yaguareté (Figura 4).

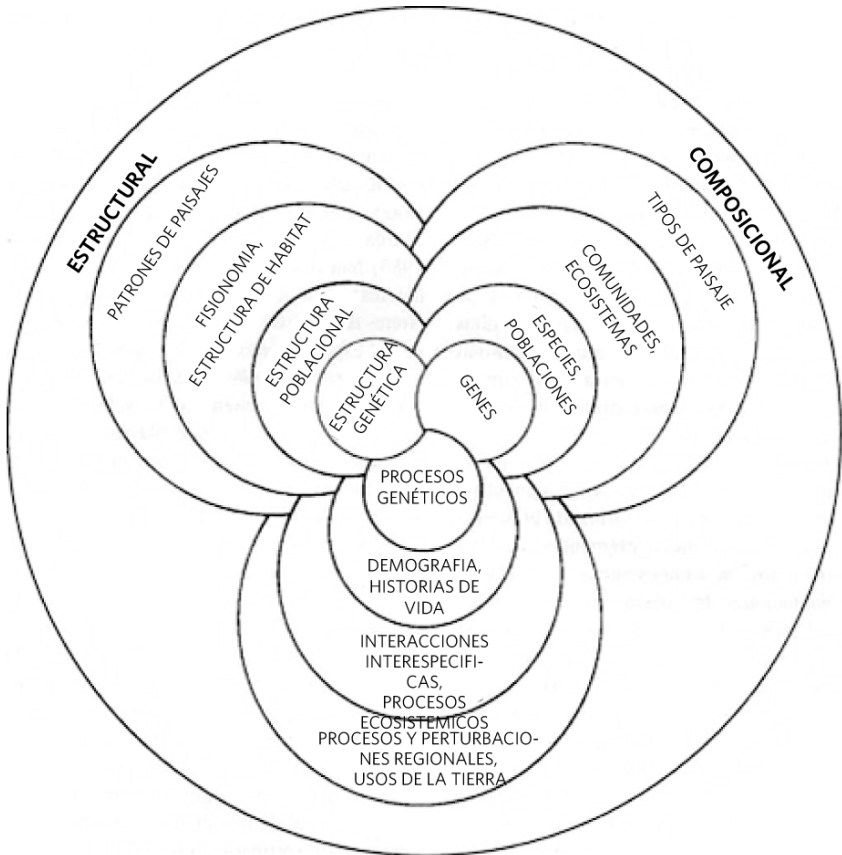


Figura 4.1

Biodiversidad composicional, estructural y funcional, representadas como esferas interconectadas, incluyendo cada una diversos niveles de organización. Esta representación de los múltiples aspectos de la biodiversidad puede contribuir al diseño de los programas de protección ambiental. (Figura basada en Noss, 1990 y adaptada por Rozzi, R. y otros 1994).

Si observamos el gráfico, la diversidad biológica comprende tres atributos: la composición, la estructura y el funcionamiento. Y se expresa en cuatro niveles jerárquicos de organización biológica: genético, poblacional, específico, comunitario, ecosistémico de biomas. Cada uno de estos atributos en los diferentes niveles de organización, pueden ser caracterizados por indicadores relevantes (Noss 1990). Las particularidades, el paralelismo y la riqueza de los genes, de las especies y poblaciones, de las comunidades que constituyen los ecosistemas, y

los diferentes tipos de paisaje son los indicadores apropiados del aspecto compositivo.

Interpretar la complejidad de la biodiversidad es tarea de equipos interdisciplinarios, y en este sentido realizaremos una aproximación. Observemos el diagrama propuesto por Rozzi, R. y otros (1994), basado en los estudios de Noss. Como se ve, está representado por círculos concéntricos que se entrelazan en un mismo nivel, desde el centro hacia afuera, en relación con el grado de simplicidad, hasta localizarse en otro más complejo hacia la periferia, entre los tres campos: el compositivo, el funcional y el estructural.

Se pueden establecer complejas relaciones que se deben tener en cuenta en el momento de realizar el estudio. Por ello, para la conservación de la biodiversidad es necesario adoptar una visión global, basada en estos esquemas conceptuales que reflejan los enfoques que permiten comprender su complejidad y las maneras en que interactúan factores a considerar para tomar decisiones fundadas y respetuosas de la multiplicidad de la vida y del cuidado de los ambientes naturales.

Conservación de la biodiversidad: Principios fundamentales

Desde hace pocos años, la conservación de la biodiversidad se ha propuesto a través de la creación de áreas naturales protegidas, utilizando ciertos criterios entre los que se destacan: la conservación de determinados ecosistemas, la protección de especies, y también los valores estéticos.

El *Programa de Trabajo de Áreas Protegidas* es parte del *Convenio de Diversidad Biológica* (2004), y se fundamenta en la importancia de la conservación de la diversidad biológica no solamente dentro de las áreas protegidas sino también fuera de las mismas asegurando la utilización sostenible de todos los recursos naturales. Este programa apoyaba la creación y mantenimiento de sistemas nacionales y regionales completos, gestionados y ecológicamente representativos de áreas protegidas terrestres hasta el año 2010. El enfoque ecosistémico del programa introdujo una visión más amplia de la conservación, con tres objetivos para la acción: la conservación, el uso sostenible y la distribución justa y equitativa de los bienes y servicios de la biodiversidad. Los biólogos Vides y Andrade (2009), al referirse al enfoque ecosistémico, sintetizan doce principios para la acción que se centran en los principios del desarrollo sostenible y el manejo ecosistémico.

Uno de los principios más relevantes es el reconocimiento de la estructura y función de los ecosistemas y su relación intrínseca con los bienes y servicios que estos suministran a las comunidades en general (Noss, 1990). Este principio no solamente implica el mantenimiento de los aspectos biológicos, sino de los procesos ecológicos que ocurren allí, y se generan y cumplen una función social, tales como: el suministro de agua, la regulación hidrológica, la conservación de los suelos. Esta visión orienta, también, el análisis desde un nuevo paradigma, para integrar de manera equilibrada todos los factores que determinan el mantenimiento de la diversidad biológica a largo plazo, incorporando de manera específica los servicios ecosistémicos. A modo de ejemplo, presentamos un aporte de Mendoza (2002), en el que podemos observar de qué manera se considera un recorte de biodiversidad, lo que nos puede permitir avanzar hacia la consolidación de un enfoque ecosistémico. Este trabajo se realiza desde el año 2002 en la reserva de la Biósfera: Yungas. Para ello, varios organismos la UNESCO, el gobierno, las organizaciones no gubernamentales y las poblaciones locales realizan acciones interinstitucionales para un manejo sustentable de sus recursos naturales protegiéndolos al mismo tiempo y conservando sobre todo la zona central de la Reserva de la Biosfera, en donde se encuentran las ecorregiones de la Selva Pedemontana, Selva Montaña, Bosque Montano y los Pastizales de Neblina. (ver capítulo II).

La Reserva de la Biosfera (RB) y la toma de decisiones sobre el Patrimonio de la Humanidad

Existen once RB en Argentina las cuales se encuentran administradas por gobiernos provinciales, como la RB Yabotí, o la RB Laguna Blanca. Otras son manejadas por gobiernos municipales, como la RB Delta del Paraná, RB Parque Costero del Sur y la RB Parque Atlántico Mar Chiquito. Finalmente existen otras RB que se encuentran conducidas por instituciones académicas (RB Ñacuñán) o por Administración de Parques Nacionales (RB Laguna de Pozuelos y RB San Guillermo).

El caso de la RB de Las Yungas: Fue creada en el año 2002 en relación con el Programa del Hombre y la Biósfera de la UNESCO, y se encuentra ubicada en el Noroeste de Argentina. Abarca el Oeste de las provincias de Salta y Jujuy. Cubre 1.300.000 hectáreas. Representa a una categoría de protección de paisajes, ecosistemas, especies, recursos genéticos, para promover el desarrollo económico y sustentable, generar acciones de investigación, educación y formación de recursos humanos. Pero el objetivo principal de la creación de la RB es imple-

mentar acciones sobre conservación y manejo sustentable de los recursos naturales que poseen los paisajes de Las Yungas. En este nuevo marco, plasmado en la conservación de la biodiversidad, se incluye la participación del gobierno, de las comunidades locales y las organizaciones no gubernamentales. Un conjunto de acciones que se desarrollan, permiten la generación de información ecológica para la toma de decisiones relacionadas con el ordenamiento territorial en su área de influencia.

Esta RB es la única que ha logrado la gestión participativa y multiinstitucional, pues se encuentra organizada en dos niveles. El primero formado por cuatro comités zonales que están representando a los diferentes sectores interesados. Establecidos con criterios políticos y demográficos, representando a los municipios más importantes del área geográfica. El segundo, se llama comité de Gestión que está formado por tres representantes del comité zonal más un representante político del gobierno de las provincias de Salta y Jujuy, uno de la Administración de Parques Nacionales y uno de la Comisión Regional del Bermejo. También cuenta con dos órganos legales, uno Jurídico Legal y otro Técnico Científico.

La RB representa a su vez a un gran marco histórico que tiene que ver con la conservación, porque en ella se incluyen otras áreas de protección que han sido creadas con anterioridad. Como es el caso de los Parques Nacionales Baritú y Calilegua, La Reserva Nogalar de Los Toldos, pero también incluye sectores que se encuentran legislados por leyes provinciales, como es el caso de los Parques Provinciales Laguna Pintascayo y el Parque Provincial Laguna de Yala. Estas áreas de protección legal cubren alrededor de 160.000 hectáreas y forman a las áreas denominadas “núcleo” de la RB. Esto significa que representa a la zona central de la Reserva de la Biósfera, en donde se encuentran las ecorregiones de la Selva Pedemontana, Selva Montaña, Bosque Montano y los Pastizales de Neblina.

a - Los Bajos Submeridionales de Santa Fe

Como dijimos, nuestro país presenta una vasta diversidad de ecosistemas naturales: bosques, selvas (como la misionera y la tucumana), praderas y pastizales (en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe). Algunos de estos ecosistemas presentan graves problemas como, por ejemplo, los Bajos Submeridionales en el noroeste de Santa Fe, que constituyen uno de los humedales más importantes de nuestro país. Allí predominan los espartillares (*Spartina argentinensis*), pajonales que ocupan grandes extensiones en bajos salinos. El paisaje se caracteriza por la ausencia de árboles, excepto en la Cuña Boscosa santafesina. Allí se observan co-

comunidades leñosas de chañar, (*Geoffroea decorticans*) algarrobos (*Prosopis nigra*), jóvenes quebrachales (*Schinopsis balansae*), aromitos (*acacia caven*), y palmeras (*Copernicia alba*), haciendo el paisaje particularmente atractivo. Allí las lagunas son permanentes. En los esteros donde el agua no es permanente, se presentan formaciones florísticas palustres, como los pajonales (*Sorghastrum sp.*) y en los suelos inundables crecen juncos (Gro. *Juncus*) y totoras (*Schoenoplectus californicus*). El efecto de la alteración del sistema de drenaje de los bajos, que actúa por acumulación de agua, subterránea y superficial, es la sequía, no la inundación. Por ello, en la actualidad se ven afectados 10.000 personas en el Departamento 9 de Julio (Santa Fe).

Hasta hace pocos años, el territorio correspondiente al departamento 9 de Julio, de aproximadamente 4.000.000 de hectáreas, surcado por ríos y salpicado por lagunas, se encontraba bajo agua de cuatro a cinco meses al año. Los pastizales de las zonas bajas, que eran propicios para la ganadería, fueron alterados, y se convirtieron en miles de hectáreas de suelos salitrosos por la construcción de un sistema de desagües. Este es el escenario de vida del aguara guazú (*Chrysocyon brachyurus*) y del venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*). A través de la Ley 12.182, en el año 2003, estas especies fueron declaradas *Monumentos Naturales Provinciales* para salvarlas de la extinción. Pero será difícil mantener poblaciones de estas y otras especies emblemáticas de la Provincia de Santa Fe si no se acompaña esta declaración con medidas para la protección de sus hábitats no menos amenazados.

b- La laguna El Cristal

Otro paisaje interesante para observar, entre tantos de nuestro país, son los reductos bosques santafecinos a orillas de la laguna El Cristal (Calchaquí, Santa Fe). Allí se desarrolla una gran variedad de flora nativa. Se destaca por su abundancia, en primavera y verano, con una bonita inflorescencia rosada, plantas epifitas (se las encuentra sobre las gruesas ramas de árboles) o bien en la tierra, perteneciente a la familia de las Bromeliaceae (*Aechmea distichantha*). Estas poblaciones están asociadas a otras bromelias muy parecidas a ellas: las caraguatays (*Bromelia balansae*), con hojas puntiagudas y con aguijones punzantes en el margen foliar y en el ápice. Las ubicadas en el centro, son muy coloradas, lo que embellece el paisaje arbóreo del lugar. De cualquiera de estas dos especies (aproximadamente 8 plantas /m²) cada individuo es capaz de contener hasta dos litros de agua entre sus hojas y el tallo. Se constituyen así pequeñas reservas de

agua para los seres vivos que se encuentran en el suelo, son también reservorios que se convierten en pequeños ecosistemas invisibles que albergan una gran riqueza de protozoos, larvas y ranitas que a su vez constituyen parte de la cadena trófica de avifauna (tordos, horneros, culebras).

Esta imbricada red de funciones puede alterarse con el solo hecho de contaminar o destruir las pequeñas lagunas contenidas en cada planta. Por eso para planificar acciones que eviten la suma de amenazas para la diversidad biológica en los ecosistemas naturales, es fundamental conocer exhaustivamente cada especie, sus atributos, los hábitats y las relaciones que se establecen entre ellas.

El actual empobrecimiento de la biodiversidad, o la crisis por la que atraviesa y la provisión de servicios ecosistémicos, es en gran parte resultado de la actividad humana, y la consecuencia es una grave amenaza para el desarrollo humano.

c- El uso del suelo: causa de la pérdida de la biodiversidad

La *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable* (2008) de nuestro país al presentar las bases para la acción (refiriéndose a la *Agenda 21, Convenio Internacional sobre la Diversidad biológica* de junio 1992), indica que ha continuado el proceso de pérdida de la diversidad biológica del mundo, principalmente a causa de la destrucción de los hábitat, asociada al avance de la frontera agrícola-ganadera en ambientes naturales.

En la provincia de Santa Fe, como en otras del centro de nuestro país, se muestra un paisaje donde se puede observar las grandes extensiones de cultivos de soja, girasol y muy poco de algodón. Hacia el oeste, diariamente, algunas hectáreas de montes se transforman en tierras fértiles, prometedoras. Pero sobre el suelo se degrada y pone en peligro el desarrollo sustentable de las regiones cultivadas.

Para ampliar una perspectiva sobre el problema, consideremos que el cultivo de soja tiene la característica de ser un monocultivo extractivo de nutrientes del suelo, que exige una práctica de rotación determinada según la zona y, a su vez, en ciertos suelos no es aconsejable, a pesar de sus buenos resultados económicos a corto plazo.

En el documento de la Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental (2008) sobre el avance de la frontera agropecuaria y sus consecuencias, el ingeniero Roberto Casas, Director del Instituto de Suelos (del Instituto Nacional Tecnológico Agropecuario de Castelar) señala que *"El suelo está subsidiando a los productores y al país"*. Coincidimos con esta afirmación, ya que los suelos que son ocupados para la práctica de agricultura son explotados sin límites, lo que pro-

voca pérdida de materia orgánica de los suelos fumíferos (tierra negra). Al ser dedicados exclusivamente a una agricultura continua, los nutrientes no pueden reponerse naturalmente, produciéndose un déficit de los mismos. La insuficiente reposición por fertilización (con la putrefacción de restos de vegetales y animales) es causante, más tarde, de la desaparición de los horizontes superiores del suelo, de su erosión, de la disminución de la acidez, por ejemplo.

d- Producción y uso sustentable en la selva

Los recursos biológicos constituyen un capital con un gran rendimiento potencial de beneficios sostenibles. Se requieren una acción nacional en forma paralela con la cooperación de otros organismos para la protección “in situ” de los ecosistemas, la conservación “ex situ” de los recursos biológicos y genéticos y el mejoramiento de las funciones de los ecosistemas. La estrategia que realiza la *Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA)*, a través de su *Programa Refugios de Vida Silvestre*, para lograr la adhesión de los propietarios de campos a objetivos de conservación, consiste en vincular las actividades productivas y la conservación. A partir del acuerdo voluntario, se convierten en reservas privadas donde se trabaja para lograr la convivencia de los ambientes naturales y las actividades productivas. La participación y el apoyo de las comunidades locales son factores esenciales para el éxito de esos objetivos plasmado en experiencias actuales.

Así por ejemplo, la familia Werle tiene un vecino de lujo: el Parque Nacional Iguazú. Por eso y por su interés personal, Alfonso y Gladis decidieron que, en su chacra, el Refugio de Vida Silvestre El Yaguareté, se trabaje con el compromiso de conservar la selva y de producir en forma sustentable. Y esto, sin que deban resignar su nivel de vida, sino todo lo contrario, intentando mejorarlo. Con el apoyo de la FVSA, durante los últimos años han desarrollado una experiencia de cultivo de yerba mate, con la particularidad de hacerlo bajo la cubierta protectora de árboles nativos. De esta manera, los árboles nativos contribuyen a conservar el suelo, aportan materia orgánica y ofrecen hábitat para especies animales.

Estas diferencias de manejo con los cultivos tradicionales les sirvió para distinguirse y llegar al mercado con la certificación de cultivo orgánico y en el yerbal crecen árboles que recuperan el valor de la biodiversidad de la selva misionera.

Pero no son los únicos. Hace unos años un grupo de vecinos del mismo paraje, Península, comenzaron a buscar un manejo sustentable de uno de los recursos más valiosos y promisorios del norte misionero: el palmito (*Euterpe edulis*). Esta palmera nativa crece naturalmente en los montes de casi todas las chacras veci-

nas al Parque Iguazú. Sin embargo, y pese a su valor económico, los propietarios no obtenían beneficios, por distintas causas. Entre ellas, por las características del circuito comercial, el marco normativo, los controles fiscales ineficientes y la falta de organización productiva. Por ello, conformaron la Cooperativa Agroecológica de Península Andresito Ltda. (Con el apoyo de los programas de FVSA) se organizó de tal manera que ya tienen una pequeña envasadora. Junto con la planificación de la cosecha y la comercialidad directa, lograrán mejorar sus ingresos por conservar el monte y usar planificadamente sus palmitos. Esta experiencia marca uno de los desafíos para la conservación (FVSA, 2006).

Los adelantos científicos y tecnológicos recientes de la biotecnología han puesto en relieve la capacidad potencial del material hereditario encerrado en los genes y contenido en cada célula de las plantas, los animales y los microorganismos. Estos descubrimientos son aplicados cada vez con diversos intereses en la agricultura, la salud y el bienestar como así también para el logro de fines ambientales que acrecienten la calidad de vida del hombre.

En este contexto que los estados nacionales se reservan el derecho soberano a proteger y utilizar los recursos biológicos que consideran propios. En su responsabilidad cabe también la conservación de su biodiversidad y el uso de sus recursos naturales en forma sustentable.

De acuerdo con la complejidad de la biodiversidad y las implicancias del hombre en su conservación, es que *La Estrategia Global para la Biodiversidad*, redactada por el Instituto de Recursos Mundiales, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA, 1991) han propuesto los diez principios siguientes:

1. Cada manifestación de vida es singular, y la humanidad debe respetarla.
2. La consideración de la biodiversidad es una inversión que produce numerosos beneficios locales, nacionales y mundiales.
3. El costo y los beneficios de la conservación de la biodiversidad deben repartirse de forma más equitativa entre las naciones y entre los habitantes de cada una de ellas.
4. Como parte del esfuerzo encaminado a lograr un desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad requiere una modificación radical de los modos y prácticas de desarrollo económico en todo el mundo.
5. Una mayor financiación para la conservación de la biodiversidad no desacelerará por sí sola su deterioro. Es necesario reformar las políticas y las instituciones para crear las condiciones que hagan eficaces los incrementos financieros.

6. Las prioridades de los objetivos de la conservación de la biodiversidad difieren cuando se analizan desde una perspectiva local, nacional o mundial; todos ellos son legítimos y deben tenerse en cuenta. Además, todos los países están interesados en conservar su diversidad; la atención no debe centrarse exclusivamente en unos pocos ecosistemas o en países ricos en especies.
7. La conservación de la biodiversidad será sostenida si se incrementa considerablemente el interés y la implicación de la población, y si los responsables de elaborar las políticas de conservación tienen acceso a una información fiable sobre la que basar sus decisiones.
8. Las medidas encaminadas a conservar la biodiversidad deben planificarse y ejecutarse en una escala determinada por criterios ecológicos y sociales. La actividad debe centrarse en los lugares donde la población vive y trabaja, así como en áreas naturales protegidas.
9. La diversidad cultural guarda estrecha relación con la biodiversidad. El saber colectivo de la humanidad sobre la biodiversidad y su uso y gestión se basa en la diversidad cultural. En sentido inverso, la conservación de la biodiversidad suele contribuir a reforzar la integridad y los valores culturales.
10. Una mayor participación de la población, el respeto de los derechos humanos básicos, un acceso más fluido de la población a la educación y a la información, y una mayor responsabilidad de las instituciones son elementos esenciales de la conservación de la biodiversidad.

Una ventana a la biodiversidad invisible

La biodiversidad invisible, en su mayor parte ignorada hasta hace menos de 10 años, es objeto de estudio importante en la actualidad. Siguiendo el pensamiento de García Olmedo (2009) la diversidad invisible comprende los genomas de los seres que vemos con nuestros ojos y la diversidad de los seres vivos microscópicos que no vemos. Aunque no nos damos cuenta, estos microorganismos se destacan en el rol que desempeñan en el movimiento de los ciclos biogeoquímicos de la naturaleza y en los ciclos biológicos de animales y vegetales. Al referirnos a la diversidad biológica invisible, incluimos a los genes que constituyen las unidades en los cromosomas y que determinan las características hereditarias de los Eucariotas, organismos con células con núcleo, (Animales, Hongos, Plantas y Protistas), como también los Procariotas, organismos con células con un cromosoma, sin membrana nuclear (Bacterias). La mayor amenaza

que tiene la diversidad macroscópica es la fragmentación del hábitat, es decir la modificación o la reducción de la superficie. Sin embargo, para el mundo microbiano no es tan grave.

Desde la perspectiva de la biodiversidad invisible, los conceptos y las relaciones tienen dimensiones diferentes y son importantes según el contexto. En este sentido: ¿Hay especies más importantes o más abundantes que otras? ¿Cuáles son esenciales para la dinámica de los ecosistemas? ¿Qué relevancia tiene el tamaño y la proporción relativa de una especie en su población?

¿Cómo se estudia la biodiversidad?

Por practicidad y conveniencia al trabajar con conceptos teóricos, en la biodiversidad visible, el de **especie** es el concepto del nivel taxonómico más seguro para estudiarla. Apenas se conoce una parte de la biodiversidad visible, y en ella se desenvuelve nuestro mundo del asombro. Por ejemplo, al observar cómo nacen diminutas arañitas trasparentes de huevos colocados en el interior de una inflorescencia de caragatay (*Bromelia balansae*), un fenómeno generalmente imperceptible a los ojos de cualquier ser vivo.

Cabe una pregunta: ¿cómo los seres humanos pueden tener actitudes favorables hacia lo que no conocen? Sería trivial, si dentro del conjunto no se analizan los factores que inciden en las implicadas relaciones de los seres vivos, si no establecieran ciertas propiedades y fenómenos singulares, como las formas de colores del cardenal amarillo, (*Gubernatrix cristata*) y sonidos del canto del sapo buey, (*Bufo paracnemis*), cuando anuncian la lluvia (Ver capítulo 3). Toda esta rica y fascinante realidad es el reflejo de un escondido código, único, que es el de los genes y los genomas y, al tener acceso por primera vez a ellos, se hace visible lo invisible y se ofrece la posibilidad del estudio sistemático de coincidencias y diferencias dentro de cada especie y entre las distintas especies.

En la práctica, los genomas se agrupan en «unidades taxonómicas operativas» que equivalen aproximadamente a conceptos similares al de especie. Así, se dice *ribotipos*, cuando la clasificación se basa en las similitudes y diferencias de unos genes concretos, los ribosómicos, y otras veces se usa el término *filotipo*, cuando se sede a dar relevancia filogenética.

Hay que precisar que la diversidad tiene dos componentes fundamentales: la riqueza específica y la equitatividad. La **riqueza específica**, es el número de especies de un ecosistema. Y la **equitatividad** depende de la abundancia relativa, es

decir, la proporción del total de individuos que pertenece a cada especie expresa la distribución de la abundancia de las especies. Indica cómo de uniforme es un ecosistema.

¿Cómo estudiar el grado de diversidad entre las diversas especies? ¿Y cuál es el mejor método para medir la biodiversidad? Responder a esta pregunta no resulta simple: no existe un mejor método. Como se ha dicho anteriormente, la diversidad biológica tiene distintos atributos, diferentes campos y todos relacionados entre sí. Y para cada aspecto o para cada circunstancia hay que indagar la aproximación más adecuada.

Para elegir el método a emplearse hay que tener en cuenta:

- En primer lugar, acordar el nivel de la biodiversidad que se quiere estudiar: Diversidad Alfa: dentro de las comunidades; diversidad Beta: entre las comunidades diversidad Gamma: para un conjunto de comunidades.
- Buscar la disponibilidad de información, las investigaciones previas del grupo biológico con el cual se está trabajando. Comparar los métodos que se han utilizado en estudios anteriores.
- Las condiciones matemáticas de algunos índices y las representaciones biológicas en los que se apoyan. En algunos casos, no es válido utilizar métodos paramétricos si los datos reales no tienen una determinada distribución. Por ejemplo, si se considera estudiar la diversidad Alfa, es necesario determinar aun más el aspecto biológico que se desea representar: la riqueza. Es decir, el número de especie, o bien cómo se estructura la comunidad (dominancia, equidad).

En su obra, *Métodos para medir la biodiversidad*, Moreno (2001) hace referencia a lo expresado por otros autores en que la diversidad con base en la abundancia proporcional de las especies el índice de Shannon y el de equidad de Pielou son índices populares para medir la equidad y su relación con la riqueza de especies. Para ello debemos tener claridad en los siguientes conceptos:

Número de especies: se aplica a un área determinada y se lo conoce más comúnmente como *riqueza*.

Número de individuos por especie: *la forma en que se distribuyen los individuos dentro del número de especies presentes*. Porque puede suceder que dos comunidades podrían contener igual número de especies pero pueden ser muy diferentes en cuanto al número de individuos de cada una de esas especies. Por lo tanto es importante evaluar la forma de esa distribución. A continuación, en el recuadro se ha sintetizado esos conceptos definiendo cada índice a partir de lo investigado por Moreno (2001).

¿Qué es un índice de diversidad?

Las comunidades son muy diferentes unas de otras varios aspectos. Uno de ellos es el número de especies que cada una puede contener. Para tener claridad en lo que se estudia se lo realiza con índices de diversidad y de esta manera se puede estimar las diferencias que hay entre las comunidades. Por ejemplo: el número de especies y el número de individuos de cada una de esas especies.

Índice de Shannon-Wiener: Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre a predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una comunidad.

“Es el índice de diversidad más comúnmente usado. Shannon-Weiner combina la información de valores de riquezas de especies (S) y valores de abundancia de individuos por especie. La potencialidad de este índice reside en que puede predecir la especie de un individuo tomado al azar de una comunidad. Este índice adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie presente) y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.” (Moreno 2001). Los valores de este índice deben ser tomados con precaución, ya que: todos los individuos en los muestreos provienen de una población infinitamente grande; que todos los individuos han sido seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

Al índice de Shannon-Weiner se lo conoce también como índice de equidad, porque expresa la equidad o uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

Índice de Simpson: Estima la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. A medida que el índice se incrementa la diversidad decrece. Este índice es conocido también como índice de dominancia, porque a diferencia del índice de Shannon-Weiner. Toma en cuenta la representatividad de aquellas especies más abundantes sin evaluar la abundancia o contribución de las especies.

Cuando se observan modificaciones o alteraciones en la diversidad de un ecosistema es donde debemos alertarnos de los procesos empobrecedores de una determinada población. Muchas veces, con un simple conteo de la cantidad de especies de una población en un sitio, podemos obtener la información necesaria de su diversidad. Pero si utilizamos los índices anteriormente señalados,

también se pueden obtener otros datos sobre la abundancia de esos individuos en cada población específica.

El índice de Shannon-Wiener pondera más a las especies raras. Es un criterio a considerar para determinar cuál es el índice que mejor se adapta a lo que se necesita.

Biodiversidad cultural

La biodiversidad cultural es un tema que no se suele trabajar en los procesos educativos. Es uno de los más relegados aspectos, que ha sido incluido como parte fundamental de la biodiversidad en las últimas décadas. Las áreas llamadas “naturales” son en gran parte modificadas con mayor o menor intensidad por las sociedades humanas. El asentamiento humano se observa desde la costa marina en Buenos Aires hasta los valles fértiles de Mendoza o los desiertos de la Patagonia.

El profesor español Jesús Izco (2009) se refiere a la biodiversidad cultural como la variedad existente en los diversos grupos humanos respecto a sus creencias, características biológicas, formas de vida, vestimenta, expresiones musicales, lenguas, sistemas de explotación de los recursos, formas de organización y de comportamiento, etc. La diversidad de los grupos humanos, de lo que se llama grupos indígenas, es enorme, (más de 400) de acuerdo con una serie de condiciones, entre otras:

- son descendientes de los habitantes originarios,
- están inmersos en el ecosistema natural,
- producen pocos excedentes,
- comparten valores y creencias,
- se consideran a sí mismos como pertenecientes a ese grupo indígena.

Generalmente se muestra al género humano como el depredador natural, sin asumir que todas están inmersas en su cultura, en el uso del suelo, en su ocupación, en un territorio y con profundas particulares historias que hacen a su genuina identidad. Es muy difícil poder explicar cómo es el estado de la biodiversidad nativa si no se tiene en cuenta la biodiversidad con la influencia del hombre, y menos aun tratar la totalidad de la biodiversidad agrícola si no se reflexiona y valora la injerencia del hombre.

La diversidad genética, taxonómica y paisajística se conjuga en la relación del hombre en su entorno. Esas estrechas relaciones son muestras de la diversidad de culturas donde naturaleza y cultura son parte de un todo inseparable.

Varias de las culturas indígenas, como otros grupos sociales (isleños), están conformadas por pequeñas familias que, en su accionar se integran en el ecosistema, subsisten con escasos recursos y con escaso gasto de energía. Por esta razón, los pueblos indígenas representan la fracción de población que causa menor impacto sobre la naturaleza; además, viven en lo que se ha llamado territorios fronterizos, donde los ecosistemas permanecen en condiciones poco alteradas. Por ejemplo, se puede observar en pequeñas áreas sobre el río Uruguay en Misiones, en las que algunos grupos de agricultores realizan prácticas conservacionistas del suelo y su entorno, o en el bosque chaqueño de Argentina, en los grupos aborígenes Mocovíes, en el litoral central de la provincia de Santa Fe y de grupos Guaraníes en el centro y este de las provincias de Chaco y de Formosa. En este caso se vincula los aspectos específicos de la biodiversidad cultural con la biodiversidad en general y con su conservación. También se puede observar que hay una relación directa de protección entre pueblos indígenas y la diversidad de flora y de la fauna, sobre todo, en áreas tropicales, donde la diversidad cultural y la diversidad biológica son más altas. (Izco, J. 1998).

Los biólogos trabajan en equipos interdisciplinarios juntos a ecólogos, u otros científicos dedicados a los aspectos sociales, políticos y económicos. Este nuevo enfoque multidisciplinar, y a la luz de la complejidad del entorno, es necesario para el desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad en la Tierra.

De esta manera, es posible que estemos enfrentando un futuro incierto y tampoco estamos seguros cuál es el camino. Ante cambios climáticos, predecir lo que ocurrirá es cada vez más complejo, sobre todo en lo que podría ocurrir en las áreas protegidas, siendo los más preciados objetos de conservación de la biodiversidad (Shadie y Epps, 2008).

La participación y el apoyo de las comunidades locales, en acción conjunta con los líderes gubernamentales, son factores fundamentales para el éxito del desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad.



CAPITULO V

La relación clima biocenosis

Eduardo Agustín Mendoza

Comunidades serales

Las paleoriberas o los paleocauces en donde se insertan los salares en el paisaje, representan a comunidades iniciales de vegetación. Estas comunidades iniciales reciben el nombre de **comunidades serales**. La vegetación que compone los territorios con predominio de salares posee características diferentes de aquella que habita en otras áreas geográficas. Esta afirmación hace referencia a las composiciones florísticas, a la fisonomía de esos ambientes y al tipo de suelo en donde pueden coexistir estas composiciones. Ragonese (1951) que estudió vegetación de salares del Chaco Árido argentino, plantea que los factores adáxicos explican la dinámica y la composición de estos ambientes. Es decir, que la composición química del suelo sería determinante para que la fisonomía de vegetación de salar no esté compuesta por bosques como los bosques Andino-Patagónicos o por bosques de montaña de Las Yungas del Norte Argentino, sino todo lo opuesto: por arbustales y montes bajos. Lo que se denominaría en ecología, vegetación halófito, que debe comprenderse como comunidades de vegetación que se forman en un ambiente relativamente nuevo.

La dinámica y funcionamiento de estos tipos de ecosistemas se comportan de manera similar en todos los ambientes de esta clase y las comunidades de vegetación presentes en estos ambientes tienden a asemejarse grandemente en la composición de su flora (Baez, 1939; Ragonese, 1951, Anderson y otros, 1970;

Gez, 1939). De esta manera existe una gran afinidad florística y taxonómica en este tipo de ambientes independientemente de la distancia geográfica que los separe, como sucede por ejemplo en los salares de las provincias de San Luis y de Santiago del Estero.

A partir de esta etapa inicial, en esta parte más temprana de las comunidades, se dispara la sucesión (según la teoría de Clementes, ver capítulo 2) y recambio de especies de la vegetación en relación con la disponibilidad de recursos (principalmente el suelo). Las comunidades que se van ensamblando en el paisaje en escala espacial y temporal (cientos de años) a medida que se modifican las condiciones que les permiten establecerse y dominar en el ambiente. Generalmente este tipo de paisajes se encuentra expuesto en sus ecotonos (ver capítulo 1) a una excesiva presión de pastura ganadera y a tala selectiva de madera, como sucede con la tala de caldenia (*Prosopis caldenia*), ya que las pocas especies forestales que pueden crecer son empleadas como abrigo por parte de las comunidades campesinas.

Gez observó en 1929 en la provincia de San Luis, el deterioro del paisaje en el Salar del Bebedero, situación que continuamos observando en relevamientos de flora recientes en esta área geográfica (Pérez y Mendoza, 2004). Estos tipos de ecosistemas también se encuentran afectados por la influencia del ganado vacuno (como efecto secundario) que consume plantas halófitas y cactáceas. Los cactus son consideradas pasturas alternativas cuando ocurren sequías importantes.

La salina del Bebedero se ubica en el sudoeste de la capital de San Luis y según la descripción realizada por Capitanelli (1972), corresponde a una transición de comunidades de vegetación del gran Chaco. Se encuentra representada por elementos de la ecorregión del Monte y del Chaco en el Oeste. Hacia el Este comparte elementos con las ecorregiones del Chaco y el Espinal. Debido a ello Cabrera (1976) lo ha considerado más precisamente como un "Chaco empobrecido". La salina del Bebedero se emplaza en una depresión que se puede definir como paleocauces o paleoriberas y progresa levemente disminuyendo en altitud hacia el interior de la Laguna que lleva el mismo nombre. Los tipos de suelos fueron descritos por Tognelli (1987), como terriorrientes típicos con fase inclinada, muy erosionada por el agua y por salartides típicos. Tentativamente quiere decir que son suelos inclinados altamente mineralizados y muy similares a otros suelos de salares que se encuentran distribuidos en Argentina.

La descripción de la vegetación del Salar del Bebedero que se presenta a continuación formó parte de un trabajo de impacto ambiental realizado para la fábrica de sal Dos Anclas. Esta fábrica fue fundada alrededor de 1896 bajo la Pre-

sidencia de Domingo F. Sarmiento, con la finalidad de generar empleo local y se le otorgó en ese momento a la firma una concesión de 100 años para su explotación por decreto presidencial.

En 2004 se presentaron recursos legales para clausurar la extracción de sal, con argumentos de índole histórica y ecológica. Entre los argumentos de índole ecológica, se afirmaba que la extracción de sal era una actividad que tenía responsabilidad sobre la composición de la vegetación de estos ambientes, pues, hacía más o menos 20000 años atrás, el paisaje era selvático y con otra composición de especies. Se responsabilizaba a la extracción de sal de la composición actual de la vegetación y a las características desérticas. Algunos estudios realizados pretendían encauzar el agua del arroyo Desaguadero (que llegaba desde Mendoza) e inundar el Salar del Bebedero por el Oeste para retornar a aquella época dominada por bosques. Estudios hidrológicos paralelos nos decían que si se inundaba con agua del arroyo Desaguadero, era prácticamente imposible satisfacer a la cantidad de agua necesaria para modificar las condiciones reinantes en un desierto. Los hidrólogos explicaban que debido a la alta salinidad de los suelos, el ingreso de agua produciría una salinización excesiva del sector y provocaría falta de agua al ganado y las viñedos de ese sector lindante con la provincia de Mendoza.

La empresa encargó un trabajo descriptivo de la flora del Salar del Bebedero para demostrar que el afincamiento de la fábrica extractora de sal no había influido en ese proceso y que la vegetación imperante era propia de un desierto salino. Es decir, que propiamente pertenecía a un tipo de vegetación de salar, y que debido al clima predominante sólo se desarrollaría un tipo de vegetación acorde a un desierto.

La vegetación en las Salinas del Bebedero se dispone en círculos concéntricos alrededor del salar, "a modo de cinturones" y la composición de esa vegetación puede variar según se aleja o se acerque hacia el centro del salar. En las cercanías del salar las plantas que pueden habitar corresponden a una vegetación de menor altura y porte y de mayor resistencia a la salinidad, que las que se puede encontrar en el extremo opuesto. Las que son de mayor altura, composición y de menor resistencia a la salinidad del suelo.

Probablemente pueda existir un cierto grado de confusión en la mayoría de los lectores que se tratan de explicar: ¿Cómo pueden vivir esos vegetales en ese lugar? Las respuestas a estas incógnitas son interesantísimas, pues se encuentran adaptadas a ese medio. En algunos casos poseen mecanismos muy efectivos para poder realizar la fotosíntesis. Este tipo de fotosíntesis fija el dióxido de

Carbono en moléculas orgánicas de corta longitud (a diferencia de otros tipos de fotosíntesis) y operan en la oscuridad. Una planta que realiza este tipo de fotosíntesis es por ejemplo el jume (*Suaeda divaricata*).

A medida que nos alejamos desde el centro a la periferia y armonizando con la madurez del suelo, se observan, hacia el otro extremo, pequeños bosques ralos y pobres de caldenia (*Prosopis caldenia*), que en estos casos formaría a la comunidad clímax o madura (capítulo 1 y 2, este volumen) de un bosque y corresponde a las etapas finales de la sucesión sobre suelos maduros y más evolucionados.

Esta dinámica se observa a gran escala en la salina del Bebedero y la comunidad seral o inicial se encuentra formada por vegetación de halófitas. Principalmente está compuesta por apen (*Heterostachys ritteriana*), zampa (*Atriplex lampa*) y jume (*Suaeda divaricata*). Obtuvimos esa secuencia en un relevamiento vegetacional en 2004 y lo mostramos en la Figura 5.1 con los que obtuvieron en 1939 Báez para el Norte de San Luis y lo comparamos a subes con un ambiente muy similar, como el que estudio Ragonese en 1951 para Santiago del Estero.

Comparando y observando a la composición dominante podemos decir que corresponden a grupos específicos que se encuentran alrededor del salar principal. Véase atentamente que en el Tabla 5.1 representa a las primeras 3 especies que otros autores han identificado en salares de Argentina. Macroscópicamente este sistema se muestra conformado por parches o matas de vegetación de 0.8 metros de diámetro promedio y por un promedio de altura de 1 m, que se separan visiblemente unas de otras y dejan suelo desnudo entre ellas.

A medida que se recorre desde el salar hacia los extremos, las comunidades de vegetación se modifican y comienzan a mezclarse con otras especies: jarilla (*Larrea divaricata*), algarrobo dulce, (*P. flexuosa*), chañar (*Geofroea decorticans*) que caracterizan al ambiente por una mayor cobertura de vegetación sobre el suelo. Esta dinámica ha sido observada también por Anderson (1970) y por Stauffacher (1960) quienes en sus estudios han observado este comportamiento. La mostramos junto otras especies compartidas con las provincias de San Luis y de La Pampa, respectivamente (encolumnadas en la Tabla 5.1). La altura que posee este tipo de vegetación es mayor que la que se encuentra alrededor del espejo de sal y posee un gran recambio en la composición de las especies que la representan. Así, la altura máxima de la vegetación puede alcanzar 1.8 metros y la comunidad del bosque maduro está compuesta por caldén (además otras especies dentro de este género) y por jarilla.

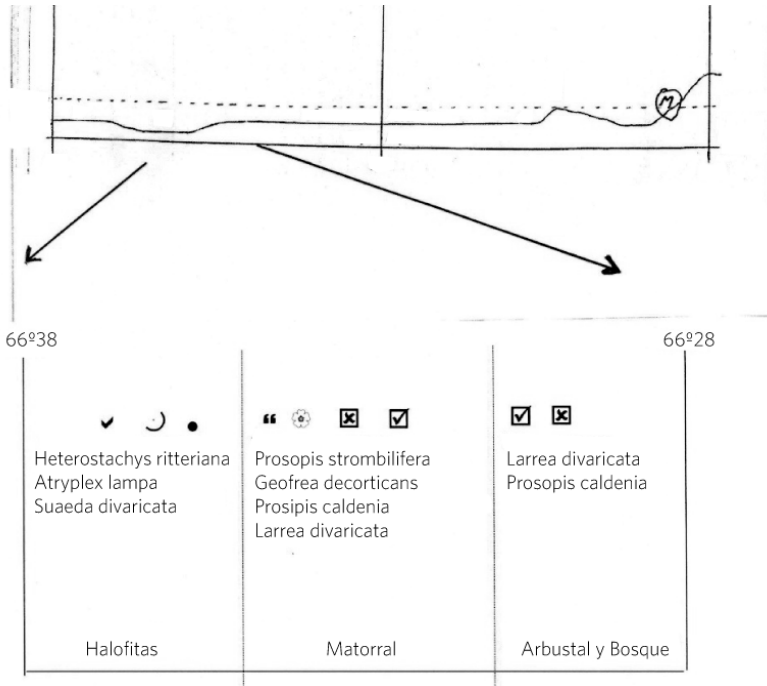
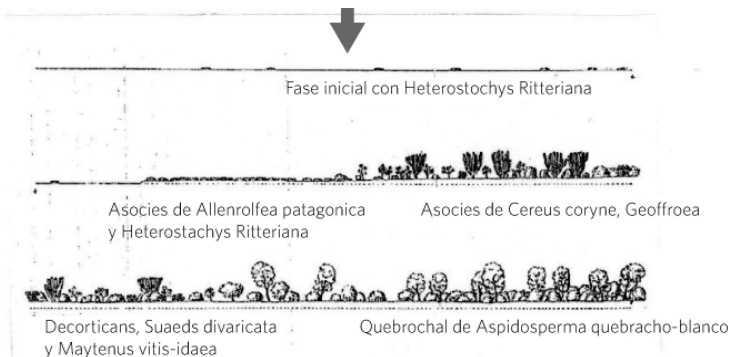


Figura 5.1. Diagrama fisonómico estructural de la sucesión vegetal de la salina del Bebedero, en la provincia de San Luis. En la parte superior se representa a la obtenida por Báez (1939) para el Norte de San Luis. En la parte central a la sucesión obtenida por Pérez y Mendoza (2004), mientras en la parte inferior marcada con fecha sólida a la sucesión de vegetación obtenida por Ragonese (1951) para las Salinas Grandes, en la provincia de Santiago del Estero. Nótese en los casos indicados que las comunidades de vegetación son similares. El listado de especies de cada ambiente puede compararse observando la tabla 2.1.



LISTADO DE ESPECIES	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Suaeda divaricata</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Atriplex Lampa</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Larrea divaricata</i>	X	X		X			X	X	X
<i>Atamisquea emarginata</i>	X	X							X
<i>Prosopis campestris</i>	X	X	X						X
<i>Cercidium Sp.</i>	X	X							
<i>Bulnesia retama</i>	X	X		X			X		
<i>Lippia Sp.</i>	X						X		
<i>Geofrea decorticans</i>		X	X				X		
<i>Condallia microphylla</i>		X	X				X		
<i>Cactaceae</i>	X	X		X					X
<i>Bromeliaceae</i>	X	X							
<i>Tricomaria usillo</i>	X								
<i>Prosopis strobilifera</i>	X	X		X					X
<i>Heterestachys ritteriana</i>		X		X	X		X		X
<i>Cassia aphylla</i>		X		X			X		
<i>Prosopis flexuosa</i>		X		X					
<i>Cortesia Sp.</i>		X		X					
<i>Allerolfea patagonica</i>					X		X		X
<i>Allerolfea vaginata</i>					X		X		X
<i>Prosopis caldenia</i>						X			X
<i>Alloyssia gotissima</i>									
<i>Trichloris crynita</i>									
<i>Lycium tenuispinosum</i>									
<i>Thypha dominguensis</i>		X							X
<i>Sporobolus Sp.</i>		X							X
<i>Aristida Sp.</i>		X							X
<i>Pappohorum Sp.</i>		X							X
<i>Cortaderia Sp.</i>		X							X
<i>Carex Sp.</i>		X							X
<i>Tillandsia Sp.</i>		X							X
<i>Prosoponche americana</i>		X							X
<i>Equisetum ramoissisimun</i>			X						X
<i>Prosopis campentris</i>	X	X							X

Tabla 5.1.

Listado de especies vegetales representativas de la vegetación de las salinas del Bededero, en la provincia de San Luis. Fuente de la información: Pérez y Mendoza (2004) (en la lista identificada con la letra B), A: Báez (1939), C: Stauffacher (1960), D: Ragonese (1977), E: Cabrera (1976), F: Cabrera (1951), G: Anderson (1970), H: Roig (1980), I: Gez (1939).

La dinámica vegetacional observada desde 1939 hasta el presente, en la Laguna del Bebedero se comporta de manera similar a las que observaron otros autores en salares de provincias vecinas y que exponemos en la Figura 5.1 a modo de ejemplo. Para entender la dinámica vegetacional a la que se hace referencia se podría comparar a la presencia/ausencia de las especies más representativas (con cruz, en la Tabla 5.1). Podemos así comprender lo que observó Ragonese (1951) estudiando a las Salinas Grandes de Santiago del Estero, o como lo que el mismo autor identificó en las salinas de la provincia de La Rioja, en Mascasín (Ragonese, 1970). Otro estudio muy relevante y que coincide con los realizados por Ragonese, son los relevamientos de vegetación de salar realizados por Stauffcher (1960) en las salinas grandes de Hidalgo en la provincia de La Pampa. El análisis de las formas de vida de Raunkiaer (1907) que realizamos en las salinas del Bebedero, ha mostrado que la vegetación dominante corresponde a un monte bajo, muy similar a los estudiados por otros autores y que están expuestos en el Tabla 5.1.

Las fanerófitas son las formas de vida dominantes y caracterizan a este ambiente (poseen yemas de renuevo entre 0.3m y 2.0m) e incluyen a caldén, jarilla, chañar, jume, (*Heterostachys ritteriana*), jumecillos (*Allerolfea patagónica*) y gramíneas. Ragonese en 1977 describió a las "estepas de Jume" (*H. ritteriana*) de los ambientes salinos como matas distanciadas compuestas principalmente por jume, en lugares con suelo de alta salinidad. A medida que se va progresando en la distancia disminuye el contenido salino y aparece un recambio de especies. Aparecen de esta manera retortuño (*P. strombilifera*), jume (*Suaeda divaricata*) y zampa (*Atriplex lampa*) que pueden vivir en ambientes alejados de los cauces salinos. El autor indica en la flora un progreso en el ascenso altitudinal y existe un segundo recambio en donde intercalan los géneros *Atriplex*, *Suaeda*, *Heterostachys*, *Cassia*, y varios géneros de *Prosopis*, *Larrea*, *Cortesia* y *Bulnesia*. Para una mejor comprensión se ve en la tabla 1 los listados de especies que componen el Salar del Bebedero comparado en el tiempo por colecciones logrados por otros autores y por listados logrados en lugares muy similares en el siglo pasado.

Los anfibios: ¿Bioindicadores de Cambio Climático?

Los seres humanos hemos creado escenarios globales que resultan en cambios de los patrones generales de precipitación y temperatura. Se investiga si algunos resultados de Cambio Climático Global (CCG) son la reducción de precipitación en bosques nublados, incrementos de sequías en sectores áridos, etc.

La interacción de esos procesos de macro-escala puede generar disturbios en relación con el hábitat de los seres vivos que habitan los ecosistemas. Un caso especial se produce con los anfibios, ya que los estanques naturales donde habitan pueden desecarse cuando se contraen o retractan humedales y también se reduce la disponibilidad de alimento. De esta manera resultados de investigaciones como las logradas por Blaustein, *et al.*, (2010), relatan que las poblaciones de anfibios se verían modificadas tanto en sus números poblacionales, como en su comportamiento reproductivo

En el contexto de un CCG y del estudio de la conservación de los anfibios como componente de la biodiversidad global, Seimon (2010) ejemplifica las implicancias de esta problemática. Este tipo de estudio resume a un número de investigaciones que se han enfocado en los anfibios alrededor del mundo como indicadores de CCG. Estas investigaciones evidencian que estos grupos han declinado víctimas de los efectos del CCG en todas las latitudes y altitudes. También indican cuáles son algunas de las especies de este gran grupo que se encuentran en peligro de extinción, algunas de las cuales se incorporaron en la lista roja de especies en vías de extinción y que necesitan de una política especial de protección para evitar su desaparición.

Algunas investigaciones como las realizadas por Gibbs y Breish (2001), resaltan el comportamiento reproductivo de una rana denominada "spring peeper" (*Pseudodacris crucifer*) en el centro Oeste de Estados Unidos (Ithaca, Nueva York). Su nombre hace referencia a que emerge de su período de reposo (conocido como hibernación) algunos días antes de la primavera. Estos autores han aportado información reuniendo evidencia en los períodos comprendidos entre 1900-1912 y 1990-1999, en el comportamiento de su canto. Cuando estas ranas emergen de su hibernación, lo hacen emitiendo un sonido de tono alto que se ubicaría, en promedio, 15 días antes del inicio de la primavera. Encontraron una fuerte correlación entre años cálidos (en las temperaturas primaverales) y la anticipación de su cría. Es decir que estos individuos pueden reaccionar detectando períodos primaverales cálidos para romper con la hibernación e iniciar la reproducción.

Otras investigaciones en áreas en donde se desarrollan estas observaciones serían cruciales para determinar si esos patrones de reproducción están cambiando y si las tendencias se asocian con cambios en el clima realmente. Por otro lado, estudiar si estas tendencias pueden estar relacionadas con otros factores como la competencia o cambios en los recursos alimentarios de estos individuos, la disminución de las tasas de supervivencia, brotes de enfermedades u otros impactos negativos serían linajes de investigación muy interesantes.

En Argentina este tipo de investigación es aún incipiente. En relación con la interacción que pueden mantener con el ambiente los anfibios no se dispone de información amplia para comparar con los obtenidos en otras partes del mundo. Realizamos algunos lineamientos de trabajo monitoreando a una rana arborícola (*Hyla pulchella*), que es un componente de los anfibios del Norte Argentino, para analizar su fenología reproductiva. La fenología estudia la relación entre factores climáticos y los ciclos de los seres vivos y la investigación pretende favorecer su conservación por dos razones: porque consideramos que este anfibio es un componente muy importante de la biodiversidad del Norte de Argentina y porque es muy sensible a los cambios ambientales. Monitoreamos cómo puede detectar en la escala temporal condiciones favorables para su reproducción y a la vez cómo puede orientarnos en el estudio de las fluctuaciones que el clima ha manifestado en el pasado y su relación con el presente.

Estudiamos su canto en el período invernal (previo al inicio de la primavera) basándonos en los valores mínimos de temperatura máxima con los cuales puede iniciar su proceso reproductivo, lo que constituiría su mínimo ecológico. Concepto que involucra el mínimo valor térmico con que la especie bajo estudio podría iniciar una parte de su etapa reproductiva. Observamos cómo este anfibio puede iniciar su etapa reproductiva en el invierno de Tucumán, cuando se producen días cálidos invernales en el mes de agosto.

Por otro lado, basados en los valores térmicos máximos medios de su inicio reproductivo invernal, modelamos el comportamiento de la etapa reproductiva previa a la primavera de esta especie para el período comprendido entre 1911 y 2000 en Tucumán (Figura 5.2). Cuando se habla de “modelo” es importante tener en cuenta que se hace especial referencia a una situación que podría reflejar a la realidad, y se realiza con diferentes software sin importar cual. De acuerdo a los valores mínimos con que puede iniciar reproducción (basados en la temperatura máxima) contamos la cantidad de días posibles en los que se reproduciría para todos los meses de agosto desde 1911 hasta el año 2000. En relación con esto, suponemos que existiría declive de su etapa de reproducción desde la década de 1950-1960, indicado en la Figura 5.2. En otras partes del mundo existen actualmente algunos proyectos que estudian a las ranas y sapos en relación con su reproducción y el Cambio Climático Global (CCG). Estudios como el que realizó Corn (2003) en América del Norte estudiando al sapo *Bufo boreas* y encontró una dinámica similar a la que nosotros mostramos en la Figura 5.2 cuando estudiamos a la rana *H. pulchella* aquí en América del Sur. Corn en su investigación muestra como en una secuencia de tiempo (desde 1930 al 2000) los sapos de la

especie *B. boreas* han iniciado su etapa reproductiva anticipándose en el tiempo a la primavera cada vez más. Es decir que los sapos que estudió Corn indican la relación que pueden mantener con las condiciones atmosféricas vinculados a su reproducción. Los resultados que muestra Corn y lo que nosotros mostramos mantienen en común dos cosas: que ambos resultados son modelados con resultados de unos pocos años (en nuestro caso observaciones de reproducción de 3 años). Y que las variables atmosféricas pueden ser predecibles con el monitoreo de reproducción de sapos para estudiar CCG. Lo que cuestiona a este tipo de estudios es que no existen estudios de larga data que puedan contarnos cómo se han comportado realmente las reproducciones de los anfibios desde inicio del siglo pasado hasta el presente, pero con datos reales.

En nuestro caso y volviendo al análisis de la Figura 5.2 podemos decir que: los cambios que se indican en las fluctuaciones de la reproducción modelada de nuestro anfibio serían coincidentes con los observados en otras variables del clima regional. Como las que encontraron Vargas y otros (2002) estudiando a las precipitaciones de las serranías del NOA desde 1911-2000 y coincidentes con el derrame anual del río Paraná. O como la que Minetti (2003) encontró estudiando el cambio climático en Tucumán, evidenciando el salto climático de la década del '50 en el siglo pasado.

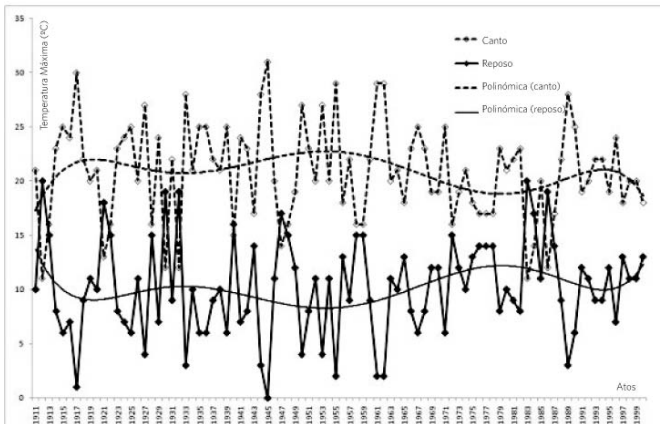


Figura 5.2. Fluctuaciones de canto (reproducción) y de hibernación (reposo) de *H. pulchella* modelado desde 1911-2000. Basado en su óptimo térmico mínimo empleando a la temperatura máxima media del mes de agosto en Tucumán. Las líneas ondulada entera y la punteada, representan a las tendencias de las oscilaciones de reproducción y de reposo empleando un ajuste polinómico de grado 6 (para visualizar tenuemente a las fluctuaciones interanuales de las variables). Fuente de los datos climatológicos: Servicio Meteorológico Nacional Argentino.

Por otro lado los cambios en los ciclos reproductivos de los sapos y ranas han sido reportados en el hemisferio Norte, como los obtenidos por Blaustein et al. (2001) estudiando a *P. crucifer*. En Michigan (USA), entre los años 1960-2000 y previo al inicio de la primavera. En este caso, la relación con las temperaturas primaverales y las obtenciones de crías no han sido tan marcadas pero el investigador ha visualizado cambios en las reproducciones de este anfibio con los valores térmicos aledaños a la primavera. Finalmente Corn (2003) analizó los datos de Blaustein et al. (2001) y demostró como las crías de los sapos *Bufo boreas* pueden fluctuar en relación con el CCG, anticipándose a la primavera.

Para nuestro caso en el hemisferio Sur, el inicio del canto de *H. pulchella* es realizado con valores "cálidos" en el mes de agosto. La Figura 5.2 (línea punteada en la parte superior) muestra que la cantidad de días cálidos del mes de agosto desde 1911 hasta el presente han sido cada vez menores. Lo que estaría indicando que *H. pulchella* cuenta con menores condiciones normales para reproducción. En consecuencia, estaría reproduciéndose en menor medida desde el salto climático de la década del 50-60. Porque los inviernos en el mes de agosto en Tucumán han contenido cada vez menor cantidad de días con temperaturas cálidas, las que serían óptimas para reproducción de los anuros que estudiamos. Pero, como ya dijimos, estos cambios de gran escala han sido mostrados en el Norte Argentino en distintas variables meteorológicas como la circulación atmosférica, variables hidrológicas y direccionadas con el CCG.

De manera opuesta (parte inferior de la Figura 5.2) nuestro análisis indica que las condiciones de reposo (días con temperaturas máximas por debajo del mínimo ecológico) son cada vez más largos para *H. pulchella*. Lo que haría más larga su etapa de hibernación desde 1911 hasta el año 2000. Algunas resultados de investigaciones realizadas con experimentos de más de 25 años han demostrado que a las ranas que poseen tiempos interrumpidos de hibernación, poseen detenimiento de su crecimiento, maduran rápidamente y tienen tasas mayores de mortalidad que las que no se interrumpían sus tiempos de hibernación (Jorgensen, 1986). En nuestro caso, son necesarias mayores evidencias para poder ser comparadas con las que existen en otras latitudes del mundo. Pero nuestra mayor evidencia en relación con las variables ambientales es que *H. pulchella* desde la década del '50 y hasta el presente vería disminuida su reproducción por contar con menores condiciones para ello y por lo contrario, sus tiempos de reposo serían cada vez mayores. Si estos tiempos de reposo son mayores y se intuye igual efectos que los que se estudiaron en la primavera del Hemisferio Norte, *H. pulchella* podría no estar tan afectada en su madurez y tamaño, pero sí estarían

acortándose las condiciones favorables para poder reproducirse y ello representa un problema que la podría estar vinculando a extinción y la relaciona fuertemente con el CCG.

Las perspectivas futuras de los grupos de anfibios son inciertas en el marco de un CCG. Debido a que grandes cambios como los que induce el CCG genera pérdida de hábitat, incremento de las enfermedades y los deja al borde de extinción. Se han realizado algunos intentos de manejo y protección de biodiversidad alrededor del mundo, pero son pocos los casos que pueden ser abarcados. Por ejemplo en 2005, algunos científicos junto a la IUCN/SSC (Grupos de Especialistas y Directorio de Autoridades la Lista Roja de especies en extinción) crearon un plan para la conservación de los anfibios (IUCN, 2005). Pero no son muchos los pasos que se han seguido posterior a este gran ejemplo. Posteriormente quizás este tema deba de ser abordado desde diversas fuentes y puntos de vistas, realizando políticas de conservación junto al gobierno, educadores, científicos, escuelas y organizadores en conservación.

Dinámica de fuego de la Selva Montaña del Norte Argentino

Las Selvas de montaña son ecosistemas que en Argentina solamente se restringen al Norte del país, pero se pueden encontrar ecosistemas similares en otras latitudes. En esta ocasión se describe más profundamente a la Selva Montaña para que pueda entenderse cómo el fuego puede afectar a su composición vegetal.

La eco-región de la selva montaña se expande en Argentina formando parte de las comunidades de vegetación de Las Yungas (ver capítulo 2, este volumen). Se extiende desde los 22° hasta los 28° de latitud Sur, cubriendo cadenas montañosas entre 600 y 1500 m.s.n.m. Cabrera (1976) ha estudiado la composición vegetal de este ambiente y se encuentra formada por lianas del tipo herbáceo, epífitas abundantes y sensibles a los cambios de humedad. El sotobosque (que representa a la parte más baja de la vegetación del bosque) es semiabierto y está dominado por hierbas y helechos. Pueden reconocerse dos subpisos altitudinales de vegetación, 1) la "selva basal" o " selva de Tipa y Laurel" entre los 600 y 900 m.s.n.m. compuesta por árboles como el horco molle (*Blepharocalix salicifolius* Lillo), el laurel del cerro (*Cynnamomum porphyria* Griseb. *Kumsterms*) y la tipa (*Tipuana tipu* Benth) como especies dominantes y 2) la "selva de Myrtáceas"

entre 900 y 1500 m.s.n.m. que ha sido descripta por Meyer (1963), formada por árboles como el mato (*Myrcianthes mato* Griseb. *Mc Vaugh*), el pseudomato (*M. Pseudomato* D. *Legrand* *Mc Vaugh*), el güilli (*Amomyrtella guilli* Griseb.), y el myrrium (*Myrriun otroporpurea* Shtt). Puede encontrarse también un bosque mixto en la transición de selva montaña hacia bosque montano en el que abundan árboles como en cedro (*Cedrela lilloi* CDC), nogal (*Juglans australis* Griseb.), mate (*Ilex argentinum* Lillo).

Los suelos de la selva del Norte Argentino son de poco espesor debido al relieve pronunciado y a la fuerte estacionalidad de las precipitaciones, que limitan la formación de horizontes desarrollados. El clima de la eco-región de la selva montaña fue estudiado por Mendoza (2004, 2011) y fue descrita como de clima cálido, templado con invierno seco no riguroso, la temperatura media anual es de 18.1°C y la temperatura mínima media de los meses fríos es de 7.0°C. Representa a un distrito extremadamente húmedo. Su balance hídrico es generalmente positivo (mayor lluvia que evaporación) y aún en la época invernal la humedad relativa del ambiente alcanza valores entre 90-100%, con lluvias y heladas que podrían influenciar en la ocurrencia de incendios forestales (Mendoza, 2002).

En las montañas del Noroeste Argentino las actividades humanas, representan la fuente de ignición más importante de los incendios forestales. Molinillo y Vides-Almonacid (1989) describieron cómo en esas latitudes el hombre influye para que disturbios (ver este concepto en Capítulo 2, este volumen) de este tipo puedan ocurrir. Estos incendios forestales varían con el rango altitudinal. En el Norte de Argentina son más frecuentes en la ecorregión del bosque montano, que se ubica por encima de la ecorregión de la selva montaña, es decir entre los 1300 y los 3000 m.s.n.m. en el piso altitudinal de vegetación dominado por bosques de aliso del cerro (*Alnus acuminata* HBK).

A nivel global los incendios forestales se localizan en ambientes de clima tropical, subtropical y semiárido y la precipitación tiene una fuerte influencia para su desarrollo porque controla la productividad y humedad del combustible. Bon y Van Vilgen (1996) estudiaron cómo la lluvia genera crecimiento de combustible, es decir de pastizales (de aquí en adelante "combustible fino") que por efecto del clima pueden estar disponibles para generar incendios forestales.

En regiones secas los incendios se ven disminuidos debido a la baja productividad de combustible fino, mientras que en áreas húmedas la probabilidad y frecuencia de fuego también se ve disminuida. Esta aparente contradicción se debe a la alta humedad del combustible, que no disminuye la probabilidad de incendios. En relación con esto, algunos estudios como los realizados por Chris-

tensen (1993), Turcq, *et.al* (1998), para Norte América y Europa y los realizados por Grau (2001) para el Norte de Argentina, muestran que los principios teóricos de interacción entre el clima y la vegetación y relacionados estrictamente con los incendios forestales, son aplicados independientemente del sector geográfico. Los autores unifican criterios para mostrar cómo el clima puede operar para que ocurran los incendios forestales en relación a sequías y/o excesos hídricos.

En Argentina y más precisamente en las montañas del Norte de Argentina, la probabilidad y frecuencia de fuego son altas con valores intermedios de precipitación (Grau, 2001). Estudios de este tipo han sido mostrados por Grau (2001) en las montañas de la ecorregión de los bosques Montanos (1300-3000 m s nm). Es decir, que los incendios forestales en estas latitudes pueden ser generados con cantidades intermedias de precipitación. Basándonos en los resultados obtenidos por Grau (2001) en una ecorregión de cantidad de precipitación intermedia y propensa a incendios forestales, estudiamos un incendio forestal (históricamente no se documenta otro en los últimos 100 años) en una ecorregión inmediatamente inferior en su rango altitudinal (600-1300 m snm), pero en donde existen altas cantidades de lluvia. Y de acuerdo con los principios teóricos expuestos, los incendios forestales en la Selva deberían ser del tipo "no frecuentes". Porque es el piso altitudinal de vegetación que mayor precipitación recibe en las Yungas de Argentina (Minetti, 2004). Tal vez por ello es que se desconoce sobre el desarrollo de eventos de fuego en este ambiente porque no reúne condiciones climáticas para que esos eventos sean favorables.

Exploramos variables climáticas para inferir la humedad del combustible (humedad de los pastizales) y explorar la relación con la única fecha de un incendio forestal con que se cuenta actualmente para la selva. El mismo ocurrió en la provincia de Tucumán el 9 de setiembre del año 2000, en los 27°03' de latitud Sur y 65°27' de Longitud Oeste y abarcó más de 5000 hectáreas de bosque natural. Se empleó datos diarios de precipitación y temperatura media del período 1954-2000 obtenido de la Red Hidrológica Nacional (EVARSA). Con la información meteorológica diaria realizamos un balance hídrico como una metodología que podría permitirnos inferir la humedad del combustible fino y ver cómo la selva climáticamente puede quedar expuesta a incendios forestales de gran escala. El balance hídrico ha sido propuesto desde mediados del siglo pasado por Thornthwite (1948) y representa a una herramienta muy útil para monitorear sequías o excesos de agua y relacionarlos con el estado hídrico del suelo.

El análisis estacional de los tres años anteriores el incendio forestal que se estudió mostró bajas en el almacenaje de agua y altas anomalías de almacenaje

en el suelo (indicadas por las flechas en la Figura 5.3), que fueron más importantes para el mes en donde se desarrolló el incendio forestal en la selva. Este efecto se encuentra indicando un gran efecto “sequía” en el suelo y nos hace inferir el desecamiento de los pastizales. Este efecto podría haber favorecido de manera estricta el desecamiento de los pastizales de la selva y son los que conforman el combustible fino disponible para fuego. Comparamos la presencia de esta sequía con otros años similares para encontrar si existe una dinámica similar y pudimos visualizarlos en los años 1959, 1961, 1978, 1983. Pero en esos años no se documentan incendios forestales en la selva y tampoco se encuentran esos años relacionados con grandes lluvias previas en los 3 años anteriores al fuego como el evento que estudiamos. Lo que nos estaría indicando períodos de alta disponibilidad hídrica (como los tres años anteriores al fuego) que son favorables para crecimiento, seguidas por períodos de sequía en la primavera. La Figura 5.4 muestra el balance hídrico del año del incendio forestal en la selva, en el se observa que cuando la evapotranspiración del suelo es mayor a la lluvia caída, el suelo se encuentra en déficit. Lo que traducido en otro término indicaría desecamiento de combustible fino.

Los resultados explorados indican que la ocurrencia del fuego podría estar relacionada con el balance hídrico de los tres años anteriores al incendio forestal para una ecorregión como la selva. Pero no se pudo comparar estos resultados con otros, porque no se encontró documentado más que un evento de este tipo en los últimos cien años en esta ecorregión.

Como se espera en estas latitudes que la probabilidad y frecuencia de fuego en los bosques sean altas con valores intermedios de lluvia y porque períodos secos son los mejores predictores de superficies quemadas en bosques se cree estar evaluando aquí un factor que contribuiría grandemente en el desarrollo de incendios forestales en la ecorregión de la selva montaña: las sequías. Las sequías severas, como la del 2000, lograrían que un ambiente de alta humedad como la selva, se parezca a uno de niveles intermedios de humedad como el bosque montano y de esta manera quede susceptible a grandes incendios forestales.

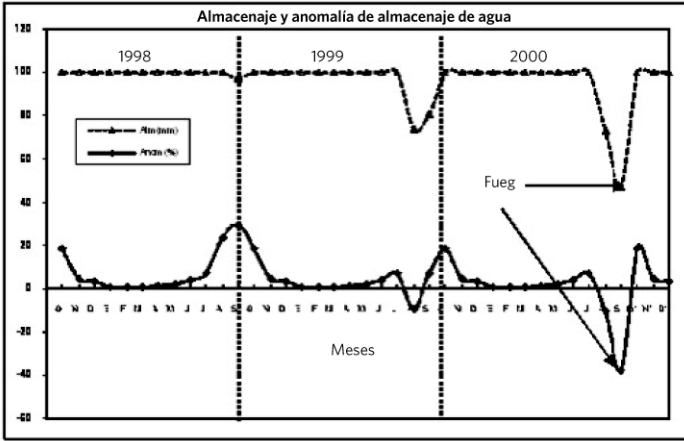


Figura 5.3. Últimos 3 años de almacenaje de agua y anomalía porcentual de almacenaje de agua en la eco-región de la selva montaña, en Los Sosa (Pcia. de Tucumán a 900 m.s.n.m. El mes de desarrollo del fuego se encuentra indicado por las flechas. Anom: anomalía porcentual de almacenaje de agua en el suelo, Alm: almacenaje de agua en el suelo. *: inicio de la estación de crecimiento del año T+1 (año siguiente).

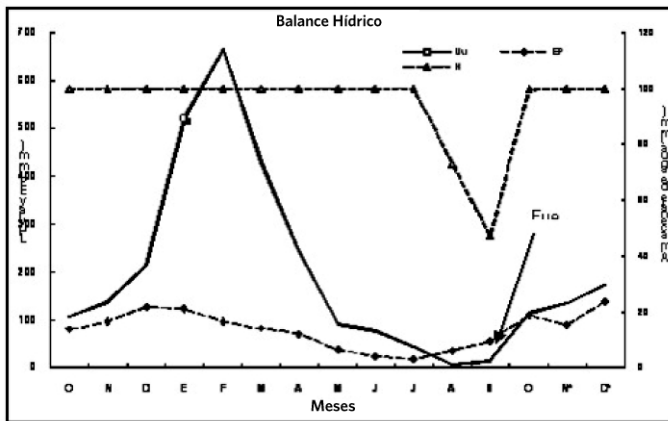


Figura 5.4. Balance hídrico en el año de desarrollo del incendio forestal en la eco-región de la selva montaña, en Los Sosa provincia de Tucumán a 900 m.s.n.m. La flecha indica el mes de desarrollo del fuego. Llu: lluvia, EP: evapotranspiración potencial ajustada, H: almacenaje de agua del suelo. *: inicio de la estación de crecimiento del año T+1 (año siguiente).

Agradecimientos

Al Servicio Meteorológico Nacional de Argentina y a la Ing. E. Chacoff de la Red Hidrológica Nacional, a la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, al Dr. Juan L. Minetti del Laboratorio Climatológico Sudamericano por las consideraciones preliminares en la interacción Cambio Climático Global (CCG) y al Ph. D. H.R. Grau de la Universidad de Dember (EE.UU.), por los comentarios sobre incendios forestales que contribuyeron a mejorar sustancialmente el manuscrito en su versión original.



CAPITULO VI

Estudio de ecosistemas y salidas de campo

María Francis Suárez y Eduardo Agustín Mendoza

Las salidas de campo y sus potencialidades

En este último capítulo nos proponemos desarrollar alternativas sobre las salidas de campo como parte del Conocimiento Profesional Docente desde una perspectiva diferente. Se las considera una situación que posibilita nuevos aprendizajes de los alumnos en interacción con la naturaleza, la aplicación práctica de conceptos y la formación de actitudes de aprecio de los ecosistemas. Otro aspecto a destacar es que a partir de esta propuesta es posible construir vínculos entre pares fuera del escenario convencional. Y que, como toda situación de enseñanza, debe ser planificada por el docente.

Las salidas de campo tienen la particularidad de motivar y predisponer a los alumnos de manera diferente, estimulándolos para pensar, interpretar y explorar su entorno natural para resignificar sus conocimientos y otorgarles nuevas categorías.

Constituye una estrategia didáctica importante para la enseñanza de las Ciencias ya que a través de la observación y del contacto con la realidad es posible responder y plantear nuevos interrogantes. A través de la aplicación de técnicas de recolección de datos, medición y análisis se obtienen resultados que se pueden plasmar en informes de síntesis de la información recolectada.

Por lo tanto la salida de campo tiene múltiples finalidades entre las que podemos mencionar: recolección de datos a partir de las observaciones sistemáticas,

categorización de la información según los criterios establecidos, interpretación de los resultados y comunicación de los mismos.

De manera sintética, proponemos el siguiente esquema para preparar y realizar una salida de campo:

- Planificación: de los objetivos, selección del lugar (ecosistema) instrucciones para recolectar material y redactar un informe.
- Preparación en general: solicitudes de permisos y autorizaciones, envío de notas, elección del medio de transporte, recomendación de la vestimenta adecuada, nominas de alumnos y docentes responsables de la delegación, cronograma de actividades
- Instrumental necesario: anotador, lápiz, lupas, botiquín, etc.
- Recolección: según indicaciones precisas de lo que se quiere coleccionar.
- Para recolección de plantas los materiales son: papel de diario, carpetas de cartón.
- Para la recolección de insectos: frascos de boca ancha, y frascos pequeños para guardar el material, camas de algodón, triangulo de papel para mariposas, pinzas, redes de tul.
- Recolección de arácnidos: pinzas, frascos, algodón, alcohol,

Una etapa que se lleva a cabo durante la salida de campo es la obtención de la información. Para lo cual es necesario formular previamente las preguntas (propuestas por los docentes y por los alumnos) para orientar la observación y la búsqueda de información.

A continuación se presentan algunas preguntas que el docente puede proponer antes de la salida de campo:

- ¿Qué ecosistemas se van a explorar?
- ¿Cuál es su ubicación?
- ¿Cuáles son las principales propiedades que los caracterizan?
- ¿Qué climas son los dominantes en esos ecosistemas?
- ¿Cuáles van a ser los objetos de medición?
- ¿Cuáles van a ser los tópicos a medir o cuáles son los rasgos que caracterizan a nuestros objetos de medición?
- ¿Cuáles son los instrumentos que van a favorecer las mediciones?
- ¿Con qué instrumentos vamos a medir esas propiedades?

Otro grupo de preguntas, que se responden durante la salida de campo, pueden ser:

¿Qué organismos observas?

¿Son herbívoros o carnívoros? ¿Autótrofos o heterótrofos?

¿Hay nidos? ¿Cómo son? ¿Tienen huevos? ¿Donde nacen las crías?

¿Construyen refugios? ¿Como se desplazan? ¿De que se alimentan?

El docente escoge previamente y presenta a los alumnos los ecosistemas a explorar para comenzar su caracterización, por ejemplo puede ser una selva y un pastizal, con la finalidad de establecer diferencias y su ubicación en el espacio, lo que ofrecerá una idea de cómo son esos ambientes.

A partir del interrogante sobre las propiedades que caracterizan la fisonomía de un paisaje, es decir si es un paisaje de montaña o de llano, posibilita establecer relaciones con el tipo de clima que puede dominar esos ecosistemas.

- Por ejemplo una selva generalmente posee un tipo de clima templado lluvioso, mientras que un pastizal posee un clima semiárido frío o simplemente semiárido.

Es necesario seleccionar los organismos a observar así como los criterios para clasificar la biodiversidad presente en el ecosistema. Por ejemplo si se observaran animales invertebrados o vertebrados, plantas, aves, insectos, arácnidos, o artrópodos en general.

A continuación se presenta un ejemplo donde los organismos a estudiar son las plantas y las propiedades a medir son:

- cobertura de la vegetación.
- fisonomía de la vegetación.

Una propiedad como la fisonomía de la vegetación permite caracterizar y diferenciar a los ecosistemas. Mientras que la cobertura de la vegetación determina cual es la especie dominante.

Para estudiar cobertura del área que ocupan las especies a observar se realiza un cálculo visual. Por ejemplo para calcular la cobertura de un árbol tendremos que medir la superficie que su copa abarca sobre el suelo. Para ello solo bastaría con medir la distancia desde el fuste del árbol hasta donde se proyecta su copa en el suelo por observación y asignarle una medida en metros cuadrados.

Por ejemplo, si la medida obtenida fue de 2.0 metros, sus cálculos de cobertura = $\pi \times (r)^2$. Es decir que la cobertura en este caso será de 12.56 m².

Luego bastará con realizar una simple sumatoria de las coberturas realizadas (por igual forma de vida) para lograr la información descriptiva final.

Raunkiaer (1907) propuso una metodología para medir la fisonomía que aun sigue vigente, basada en la ubicación de las yemas de renuevo. Específicamente

en la altura del vegetal en donde se ubican estas yemas de renuevo.

Este autor demostró que utilizando este método es posible caracterizar a las plantas que componen un determinado ecosistema. Pero en la práctica existe una dificultad, y consiste en que no es fácil encontrar en el campo esas yemas de renuevo en los vegetales a observar ya que algunas pueden encontrarse por debajo de la superficie del suelo, como es el caso de las terófitas. Un árbol, posee las yemas de renuevo en las flores, es decir que la altura a la que se encuentran estas yemas de renuevo va a depender de la altura del árbol (fanerófito). Mientras que un pastizal generalmente posee sus yemas de renuevo a pocos centímetros del ras del suelo (hemisporófito).

La clasificación de Raunkier (1907), posibilita estudiar la fisonomía del paisaje y los materiales que se necesitan son: libreta de campo, lápiz, binocular de bolsillo y regla.

Las salidas de campo entre la tradición y la innovación

Las salidas de campo en el área de la Biología no representan una nueva herramienta a poner en práctica en el presente para generar roles destacados en las propuestas de enseñanza. Pero, debido a la observación se ponen en práctica diversos factores que contribuyen a consolidar valores obtenidos de manera previa (teórica). Además, las salidas de campo podrían ayudar a generar preguntas que no son de fácil respuesta en el aula. Puede de esta manera actuar como un factor disparador de nuevas incógnitas, mediando entre el conocimiento adquirido, lo que se está asimilando en el presente, lo que no fue abordado aún y lo que se ignora de manera natural. Todos estos factores interactuarían de manera compleja y mediante las salidas de campo podrían abordarse de manera sencilla, pues existe un contacto directo con la realidad.

Las salidas de campo también ponen en práctica las diferentes técnicas de medición de la información, que son las que en realidad nos van a mostrar (con su posterior análisis) el resultado final de las observaciones realizadas en el ecosistema elegido.

La principal contribución que se podría obtener mediante las salidas de campo sería el de observar y estudiar los datos y la información observacional que se ha obtenido del ecosistema escogido. Esta etapa puede involucrar el empleo de tecnologías de análisis como lo es el empleo de software, su conocimiento y manejo, ya que representa actualmente a una herramienta sumamente neces-

ria. Finalmente pensamos que en el futuro desarrollo profesional del alumno de Instituto de Formación Docente (IFD), es importarte que pueda discutir y analizar información. Para poder concretar resultados y orientarla hacia la elaboración de un informe final lo que constituiría otro desafío no menor.

Mediciones y análisis de datos en el campo

La obtención de la información en una salida de campo representa la parte más importante de ese proceso, porque en base a ella se discutirá con posterioridad los resultados logrados. Como punto de partida se hace necesario realizar previamente una serie de preguntas que deberán responderse con la información a obtener. Por ejemplo, si lo que se pretende es comprender las diferencias entre ecosistemas diferentes, (ver tipos de ecosistemas en el capítulo 2) fundamentalmente para comprenderlas, se debería conocer de antemano cuales son las herramientas necesarias que nos van a permitir establecer las diferencias buscadas, para inferir en el estudio de la composición de un ecosistema como punto de partida.

De manera directa es necesario primeramente establecer una división del trabajo para poder organizar las etapas en las que se piensa recolectar la información. Es decir, como primer paso se debería diagramar un trabajo del tipo áulico en el cual podamos trazar una estrategia realizable y plantearnos algunas preguntas que nos servirán para en una segunda etapa avanzar, en la colecta de la información. Algunas de las preguntas más frecuentes y con necesidad de dar respuesta se tratan a continuación (seguidamente a modo de ejemplo se irán ofreciendo respuestas alternativas a esas incógnitas).

¿Qué ecosistemas se van a explorar?

¿Cuál es su ubicación?

¿Cuáles son las principales propiedades que los caracterizan?

¿Qué tipo de clima son los dominantes en esos ecosistemas?

¿Cuáles van a ser los objetos de medición (de los cuales se van a obtener la información)?

¿Cuáles van a ser los tópicos a medir o cuáles son los rasgos que caracterizan a nuestros objetos de medición?

¿Cuáles son los instrumentos que van a favorecer las mediciones?

¿Con que instrumentos vamos a medir esas propiedades?

Preguntas y respuestas de este tipo ayudan a organizar y a clarificar nuestro panorama en la salida de campo. Sería como una manera de hacer más amigable

la salida y poner nuestro objetivo a la vista: obtener la información deseada. Es decir, que con un planteo de trabajo de campo, se puede aplicar este sistema a cualquier ecosistema del que deseemos obtener información. Esto quiere decir que se puede aplicar nuestro diseño de salida de campo y orientarlo a obtener información tanto de un bosque como de una selva, de un desierto o de un humedal, etc.

La pregunta ¿Qué ecosistema vamos a explorar? nos invita a seleccionar a un ecosistema. Podríamos, por ejemplo escoger a dos ecosistemas, uno como la selva y otro como la estepa Altoandina. Para ello deberíamos saber que una selva y una estepa Altoandina poseen características muy diferentes (ver capítulo 2). Su ubicación en el espacio nos irá ofreciendo una idea de cómo son esos ambientes. Por ejemplo una selva se encuentra ubicada a 1000 metros de altura sobre el nivel del mar (m snm), diferente del que se encuentra una estepa Altoandina. Que se ubica a más de 4000 m snm, casi en el límite de distribución del rango altitudinal de la vegetación ó limitando con los glaciares terrestres.

En un paso siguiente deberíamos de conocer cuáles son las principales propiedades que caracterizan a la fisonomía de un paisaje. En relación esto encontramos el tipo de clima que puede dominar a los ecosistemas propuestos. Por ejemplo una selva generalmente posee un tipo de clima templado lluvioso, mientras que la estepa altoandina posee un clima de desierto frío (ver cap. II este libro). Pero finalmente, debemos de tener en cuenta que los tipos de clima de nuestro ecosistema a estudiar dependerán de su ubicación en el espacio geográfico.

Con posterioridad vamos a decidir cuáles serán los organismos de los cuales vamos a obtener información de los ecosistemas que escogimos. Podríamos ejemplificar y aclarar, si es que van a ser insectos, animales, plantas, aves, etc.

En nuestro caso vamos a suponer que vamos a obtener información del ecosistema escogiendo plantas y a partir de ello vamos a describirlo. En base a esta elección escogemos cuáles van a ser los tópicos a medir o cuáles son los rasgos que caracterizan a nuestros objetos de medición seleccionados. Al elegir plantas emplearemos propiedades que caractericen ampliamente y relacionen al ecosistema con esas propiedades elegidas para lograr una buena descripción. Ejemplo de esas propiedades pueden ser: cobertura de la vegetación, estratificación de la vegetación, composición florística y /o su composición fisonómica, etc. Vamos a elegir la composición fisonómica y la cobertura para ejemplificar. En relación con este objetivo veremos que la fisonomía de la vegetación es una buena propiedad (de la vegetación) para caracterizar y diferenciar a los ecosistemas, mientras la cobertura de los componentes vegetacionales en el espacio nos va a decir qué

especie domina el ambiente para describirlo.

En un paso posterior vamos a establecer cuáles son los instrumentos que van a favorecer a nuestras mediciones. En el caso puntual que escogimos, fisonomía de la vegetación y cobertura, deberíamos implementar un método potente para cuantificarlos. En la bibliografía tradicional existe una amplia gama de métodos que se pueden emplear para poder trabajar en la descripción de la fisonomía de las comunidades vegetales. Mientras la cobertura del área que ocupan nuestras especies a observar solo necesita de un cálculo visual de su proyección en el suelo. Por ejemplo, si se está midiendo la cobertura de un árbol bastará con calcular la proyección de su copa sobre el suelo y medir visualmente la circunferencia (en medidas de superficie, metros cuadrados por ejemplo) que proyecta de manera areal sobre el suelo. Bastaría con medir la distancia desde el fuste del árbol hasta donde se proyecta su copa en el suelo (puede ser por observación) y asignarle una medida en metros. Un ejemplo grafico se muestra en la **Figura 6.1**, teniéndose en cuenta a una especie arbórea, en donde se mide la proyección de la copa del árbol sobre la superficie del suelo en línea punteada. Sí la medida obtenida fue de 2.0 metros (radio), los cálculos correspondientes serán, $\text{cobertura} = \pi \times (r)^2$. En donde π : 3.141516.....y r =radio. Es decir que la cobertura en el caso de la especie arbórea elegida (por ejemplo, podría ser un tipo de pino indígena del NOA, *Podocarpus parlatorei*) será de 12.56 m². Finalmente bastará con realizar una simple sumatoria de las coberturas realizadas por igual forma de vida o por igual especie para lograr la información descriptiva final de esa especie en el espacio.

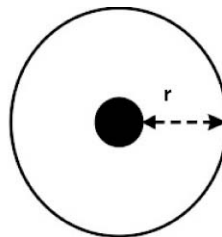
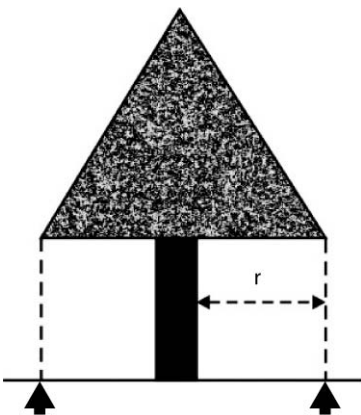


Figura 6.1. Representa a la medición de cobertura arbórea. Las flechas grandes indican la proyección de la copa sobre la superficie del suelo. r = radio (2.0 metros en el texto) con flechas pequeñas y el línea quebrada.

Para incursionar en la fisonomía de la vegetación, podríamos optar por una metodología muy antigua, pero que continúa en vigencia. Como la que fue ideada por Raunkiaer (1907) para medir la fisonomía de las plantas y que se basa en la ubicación de las yemas de renuevo. A esta metodología la empleamos en el capítulo II de este libro para describir a los Ecosistemas Terrestres de Argentina (ET). Pero, podemos recordar que fundamentalmente se basa en la altura de la planta en donde se ubican sus yemas de renuevo. El autor ha mostrado como ello puede caracterizar a las plantas que componen un determinado ecosistema y/o ambiente y sería una manera muy práctica para que nosotros podamos, en nuestro caso realizar una diferencia muy ajustada entre los componentes vegetacionales de los ambientes que seleccionamos.

Para explorar la fisonomía de la vegetación con el método de Raunkiaer (1907) tendremos que tener en cuenta con que instrumentos vamos a medir esas propiedades. Pero el método no exige una gran gama de accesorios que puedan ser necesarios para lograrlos. La mayor dificultad con la que se encuentra en la práctica es poder encontrar en el campo esas yemas de renuevo en los vegetales a observar (algunas pueden encontrarse por debajo de la superficie del suelo, como es el caso de las Terófitas). Un árbol posee las yemas de renuevo por encima del nivel del suelo (sus flores), es decir que la altura a la que se encuentran estas yemas de renuevo va a depender de la altura de nuestro vegetal a observar (se denominará Fanerófito). Mientras que un pastizal generalmente posee sus yemas de renuevo a pocos centímetros del ras del suelo (se denominará Hemicriptófito). Para explorar la fisonomía del ecosistema, entonces, solamente debería estudiarse la clasificación de Raunkier (1907) que es de muy fácil obtención. Mostramos en la Figura 6.2 a un tipo de gráfico logrado con *Excel 13.0* (ver empleo de técnicas de análisis) para un ecosistema Altoandino, ubicado en los Valles Calchaquíes de la provincia de Tucumán a más de 4000 m snm (Halloy, 1982).

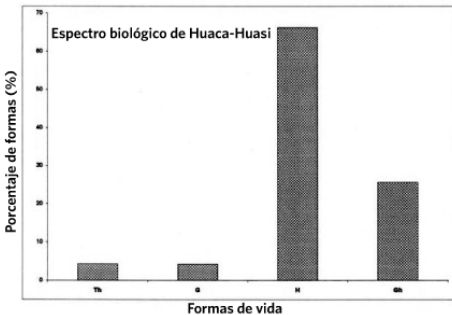


Figura 6.2. Gráfico del Espectro Biológico de Huaca-Huasi (Valles Calchaquíes, provincia de Tucumán) expresado como porcentaje de Formas de Vida en un ecosistema Altoandino a 4200 m snm. En: Mendoza 2005, modificado de Halloy, 1982. Th: Terófitas, G: Geófitas, H: Hemicriptófitas, Gh: Camefitas.

En la **figura 6.2** se observa que un ecosistema que se encuentra a más de 4000 m snm, se encuentra formado por un mayor porcentaje de Hemicriptofitas, como forma de vida principal y seguida por las formas Caméfitas. Esto significaría que según la clasificación de las formas de vida de Raunkiaer (1907), el ecosistema Altoandino, ubicado en los Valles Calchaquíes de Tucumán, se caracteriza por estar compuesto fundamentalmente por vegetación con yemas de renuevo que se encuentran en las plantas al ras del suelo. Con pocos porcentajes de plantas (Camefitas) que poseen una altura máxima de 30 centímetros. Todo esto nos ofrece la idea de que la vegetación cubre solamente parte del suelo y que se expande (como ya dijimos) en un tipo de clima de desierto frío. Nos hace referencia a un paisaje frío, ventoso y con condiciones características que se ofrecen solamente a un determinado tipo de plantas. Condiciones totalmente opuestas a las que presenta una selva. Un espectro biológico correspondiente a una selva podría observar que se encuentra formado fundamentalmente por árboles. Existen diferentes estratos de árboles, algunos con más de 30 metros de altura, otros con altura entre 10-20 metros y finalmente otros con 10 metros de altura. En el primer caso se llamarán Fanerofitos, seguidamente Nanofanerofitos y finalmente Micronofanerofitos. Estas últimas denominaciones, se encuentran haciendo referencia a la altura a la que se encuentran las yemas de renuevo en los componentes vegetacionales de una selva. Como ya dijimos, una Selva posee un clima templado lluvioso, sin vientos marcados (contrario a un ecosistema altoandino) y con formas de vida muy diferentes entre sí.

Los elementos que necesitaríamos para medir en el campo nuestras observaciones podrían ser una libreta de campo y un lápiz. Pero, para árboles de mayor altura probablemente necesitemos solamente un binocular de bolsillo, lo que nos permitirá observar con detalles a las yemas de renuevo. Mientras los elementos necesarios para obtener las medidas de cobertura son solo de cálculo observacional y computacional más precisamente.

Empleo de tecnologías de análisis

El manejo de los datos logrados en la salida de campo puede analizarse mediante simples técnicas de análisis. Cómo por ejemplo mediante el empleo de las planillas de cálculos de *Microsoft Office* en su versión de *Excel*. Existen además otras versiones con soporte de análisis estadístico de *Microsoft*, como las versiones *statistiXL* 1.6, 1.7, 1.8, que se pueden conseguir *on line*. Pero lo más sencillo es trabajar con *Excel 13.0* por ejemplo, que correspondería a la versión 2003 de

Microsoft y a su procesador de textos correspondientes, que tiene un gran potencial para el análisis y como graficador. Aconsejamos emplear estas herramientas porque serían las más sencillas y adecuadas para expresar la información recolectada en el viaje de campo. El empleo de este tipo de programas puede servir de base para abordar con posterioridad nuestros estudios con otros software más sofisticados. Que también se pueden conseguir *on line* (pero requieren de un entrenamiento previo) como por ejemplo los programas BIOSTAT, STATGRAPHAT.

En la **Figura 6.3** mostramos a la versión Excel 13.0, la que consta de celdas, clasificadas como filas y columnas, en donde se observa cargada la información que se grafica en la **Figura 6.2**.

	A	B
1		
2	Formas de Vida	Porcentaje de formas (%)
3	Terofitas	5
4	Giefitas	6
5	Hemcriptofitas	67
6	Camefitas	25
7		

Figura 6.3. Empleo de software Excel versión 13.0 de Microsoft, en donde se puede observar a la información que se grafica en la Figura 6.2.

Comparaciones de observaciones de diferentes ambientes

La observación detallada de los ecosistemas, junto a una minuciosa obtención de la información puede ayudar a diferenciar sin demasiado esfuerzo diferentes ecosistemas. De esta manera se pueden poner en juego los diferentes macro-conceptos como biodiversidad y su conexión con el ecosistema. Visualizando los diferentes ambientes y realizando comparaciones, los alumnos podrán (entre otras aplicaciones), delimitar áreas a priori, buscar límites posibles, abordar indirectamente los niveles de percepción que se emplean en la delimitación de los ecosistemas. Esas delimitaciones y el funcionamiento de éstas áreas han sido tratadas al discutir el concepto de ecosistema (Capítulos 1 y 2), mediante teorías de la Ecología y de la complejidad. Entre otros tantos ejemplos el alumno de profesorado de IFD podrá (con posterioridad) poner en juego su aptitud (apoyándose en el docente) para poder interactuar con lo que se encuentra explícito e implícito en este tipo de estudios relacionales.

Agradecimientos

A María Carrió y Antonio Gutiérrez por la discusión previa en el enfoque de las salidas de campo en el ámbito de la formación docente.

Bibliografía

- AAVV (1998). *Bases de la Política Ambiental para la República Argentina*. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Presidencia de la Nación. Buenos Aires.
- AAVV (2004) Convenio sobre la diversidad biológica. Informe séptima reunión de la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica. Kuala Lumpur.
- AAVV (2008). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. El avance de la frontera agropecuaria y sus consecuencias. Buenos Aires.
- Anderson, D.L., del Aguila, J.A. y A. E. Bernardo. (1970). Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis. Revista de investigaciones Agropecuarias. INTA. Bs As, Arg. Serie 2, Biología y producción vegetal Vol. VII. N°3.
- APN. (2000). Eco-regiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales de Argentina. Presidencia de la Nación. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Programa Desarrollo Institucional Ambiental. Componente Política Ambiental.
- Aubrevillé, A. (1938) . La forêt coloniale: les forêts de Afrique occidentale française. Ann. Acad. Sci. Colon 9: 1-245.
- Baez, J.R. (1939). Dos aspectos de la vegetación del Norte de San Luis. Physis, XX (47): 357-376.
- Bascompte Jordi y Jordano Pedro (2010). Redes Mutualistas de Especies. Conservación de la Biodiversidad. *Temas 61. Investigación y Ciencia*. Pp. 26-36.
- Bertonatti C. y J. Corcuera. (2000). Situación ambiental argentina 2000. Buenos Aires. Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Bilencia, D. y F. Miñarro. (2004). Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos e Argentina, Uruguay y sur de Brasil, Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Blaustein, A., Walls, S., Bancroft, B. Lawler, J., Searle, C. y S. Gervasi. (2001). Direct and indirect effects of climate change on amphibians populations. *Diversity*, 2: 281-313.
- Bon, W. J. y Van Wilgen, B. (1996). *Fire and Plants*. Chapman y Hall, London.
- Bray, J. R. (1956). Gap phase replacement in a maple-basswood forest. *Ecology* 37: 598-600.
- Brown A. D. y S. Pacheco. (2005). Propuesta de actualización del mapa ecorregional de la Argentina. En: Brown, A. D., U. Martínez Ortiz, M. Acerbi, J. Burkart, R.; N. O. Bárbaro; R. O. Sánchez y D. A. Gómez.(1999). *Ecorregiones de la Argentina*, Buenos Aires, Administración de Parques Nacionales.
- Brown, A. D., U. Martínez Ortiz, M. Acerbi, J. Corcuera (eds.). (2005). *La situación ambiental Argentina 2005*. Buenos Aires, 2006. República Argentina.
- Brown, J.L y GH Orians. (1970). Spacing patterns in mobile animals. *Annu Rev Ecol Syst* 1:239-262. [Links]
- Burkart, R., N. Bárbaro, R. O. Sánchez y D. A. Gómez, (1999) *Ecorregiones de la Argentina*, APN, PRODIA
- Cabrera A. L. (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2. 2ª edición. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1. pp. 85.
- Cabrera A. L. y Willink A. (1980) *Biogeografía de América Latina*. 2ª edición. Monografía 13. Serie de Biología. *Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos*. Washington DC. USA. pp. 512.
- Cabrera, A. L. (1951). Territorios Fitogeográficos de la República Argentina. *Bol. Soc. Arg. Bot.* Vol 4. (1), 21-65.

- Capitanelli, r.G. y M. Zomorano. (1972). Geografía regional de la provincia de San Luis. Boletín de Estudios Geográficos del Inst. de Geogr. De la Universidad Nacional de Córdoba. Vol XIX. N° 74-77.
- Caruso, F. (2011). El yaguareté: un elemento clave de la cultura y el ecosistema correntino que debe regresar. Boletín de los Esteros. 10: 5-7.
- Castellanos A. y R. A. Pérez Moreau.(1944). Carta fitogeográfica de la República Argentina. En: Contribución a la bibliografía botánica Argentina. I. Lilloa, 7 mapas.
- Christensen, N. (1993). Fire regimes and ecosystems dynamics. Fire in the environment: the ecological, atmospheric and climatic importance of vegetation fires (ed. by S. T. A. Pickett y P.J. Whaite). Pp. 85-100. Academic Press, Orlando. U.S.A.
- Clements. F. E. (1916). Plants Succession: An Analysis of the Development of Vegetation. Carnegie Institution of Washington Publication N°42.
- Connel, J. L. y R.O. Slatyer. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. Amer. Nat. 111: 1119-1144.
- Corcuera (eds.). (2005). La situación ambiental Argentina 2005. Buenos Aires, 2006. República Argentina. Fundación Vida Silvestre.
- Corn, P.S. (2003). Amphibian Breeding and Climate Change: Importance of Snow in the Mountains. Conservation Biology 17 (2): 622-625.
- Craw (1988). En Morrone J. J. (2004) Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Rev. Brasileira de Entomología*. Vol. 48, N° 2, pp. 149-162.
- Crisci Jorge V., Katinas Liliana y Posadas Paula (2000). Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica. *Sociedad Argentina de Botánica*. Buenos Aires. Pp. 169.
- Curtis E. y Barnes N. (1993). Biología. 5ª Edición. *Editorial Médica Panamericana*.
- De Asúa Miguel (2009) Darwin y Humboldt. *Rev. Ciencia Hoy*. Vol. 19, N° 113. Pp. 20-29.
- De Fina, A. L. y A. C. Ravelo. (1973). Climatología y Fenología Agrícolas. EUDEBA. Editorial Universitaria de Bs. As.
- Di Bitetti, M. S., G. Placci y L. A. Dietz. (2003). Una visión de biodiversidad para la ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: Diseño de un paisaje para la conservación de la biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación, Washington DC, World Wildlife Fund.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder and G. Fedec. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América latina y el caribe. Publicado en colaboración con el fondo mundial para la naturaleza. Banco Mundial. Washin DC. USA.
- Drury, W. C. y I. C.T. Nissbet. (1971). Inter-relations between developmental models in geomorphology, plant ecology, and animal ecology. *General Systems* 16: 57-68.
- Eva, H. D., A. S. Belward, E. E. de Miranda, C. M. di Bella, V. Gonds, O. Huber, S. Jones, M. Sgrenzaroli y S. Fritz. (2004). "A land cover map of South America", *Global Change Biology*, 10: 731-744.
- Everham, E. M. and N.V.L. Brokaw. (1996). Forest damage and recovery from catastrophic wind. *The Botanical Review* 62: 113-185.
- Fuentes Q. E. (1989) Ecología: Introducción a la teoría de poblaciones y comunidades: ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.
- García Olmedo, F. (2009). La biodiversidad invisible. Real Academia de ingeniería. N° 149 · Revista de libros de la Fundación Caja Madrid.
- Gause, G.F. (1934) The struggle for existence. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Gez, J. W. (1929). Geografía de la provincia de San Luis. Tomos I, II, III (Versión Original) Buenos Aires. República Argentina.

- Gibbs, J.P. y A. R. Breish. (2001). Climate warming and calling phenology of frogs near Ithaca, New York, 1900-1999. *Conservation Biology*, 15: 1175-1178.
- Gleason, H. A. (1917). The structure and development of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 44: 463-481.
- Gleason, H. A. (1926). The individualistic concept of the plant association. 53: 1-20.
- Glenn-Lewin, D. C. y T. T. Veblen. (1992). Patterns and process of vegetation dynamics. Pp. 11-59. In: Glenn-Lewin, D. C., R. K. Peet and T.T. Veblen (Eds.). *Plant Sucesion: Theory and Prediction*. Chapman and Hall. London.
- Glenn-Lewin, D. C., R. K. Peet, y T. T. Veblen. (1992). *Plant Sucesion : Theory and Prediction*. In: Glenn-Lewin, D. C., R. K. Peet, y T. T. Veblen (eds.). Chapman and Hall, Londond. Engrand.
- Grau, A. (1985). La expansión del aliso del cerro (*Alnus acuminata* HBK *subsp acuminata*) en el Noroeste de Argentina. *Lilloa* 36: 237-247.
- Grau, H.R., (2001). Regional-scale spatial patterns of fire in relation to rainfall gradients in subtropical mountains, NW Argentina. *Global y Biogeography* 10, 133-146.
- Griesemer, J.R. (1992). Niche: historical perspectives. Pp. 231-240 in: EF Keller y EA Lloyd (eds). *Keywords in evolutionary biology*. Harvard Univ.
- Grime, J. P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. Jhon Wiley y Sons (Edt.) Chichester, England.
- Grubb, P. J. (1977). *The maintenance of species richness*. Jhon Wiley y Sons (Edt.), Chichester, England.
- Halloy, S. (1982a). Algunos datos ecológicos para *Nototriche caesia* Hill, *Malvaceae altoandina*, en las Cumbres Calchaquies, Tucumán. *Lilloa* 36, 12-19.
- Hillebrand, H; DM Bennett y MW Cadotte (2008). Consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. *Ecology* 89:1510-1520. [Links]
- Humboldt A. (1805). *Essai sur la géographie des plantes*. En De Asúa Miguel (2009) Darwin y Humboldt. *Rev. Ciencia Hoy*. Vol. 19, N° 113. Pp. 20-29.
- Hurlbert, SH. (1981). A gentle depilation of the niche: Dicean resource sets in resource hyperspace. *Evol. Theor.* 5:177-184.
- Hutchinson, GE. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 22:415-427.
- IUCN, T.W.C.U. (2005). *Amphibian Conservation Action Plan*. In: C. Gascon, J.P. Collins, R.D. Moore, D.R. Church, J.E. McKay y J.R. Mendelson III (eds.), *Proceedings: IUCN/SSC Amphibian Conservation Summit*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Izco, J. (1998). *Biodiversidad y Conservación*. Cap. 15 (84-486-06094) Publicación 2004. Editorial McGraw-Hill.
- Jorgensen, C.B. (1986). External and internal control of patterns of feeding, growth and gonadal function in temperate zone anuran, the toad *Bufo bufo*. *Journal of Zoology*, 210: 211-241.
- Köppen, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde Berlin und Leipzig*. Walter de Grueter Co. XII. 388 pgs.
- Macarthur, R. H. y E. O. Wilson. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Krebs, Ch; (1985). *Ecología*. Estudio de la distribución y abundancia. 2° Ed. Editorial Harla.
- Leibold, MA. (1995). The niche concept revisited: mechanistic models and community context. *Ecology* 76:1371-1382.
- Lillo, M. (1916). *Reseña Fitogeográfica de la provincia de Tucumán*. Primera Reunión Nacional, Tucumán, Argentina. Pp. 210-232.
- Lorentz, P. G. (1876). *Cuadro de la vegetación de la República Argentina*. En R. Napp, La República

- Argentina, 77-136.
- MacArthur, R.H. (1968). The theory of the niche. Pp. 159-176 in: RC Lewontin (ed.). *Population Biology and Evolution*. Syracuse Univ.
- Margalef, Ramón. (1991) "Ecología". Ediciones Omega. Barcelona. pg 433-545.
- Mayr Ernst (1998). ¿Que preguntas se plantea la ecología?. Así es la biología. *Ed. Debate Pensamiento*. Cap. Nº 10. Pp. 225-245.
- Melendi D., Scafati L. y Volkheimer W. (2008). Biodiversidad. La diversidad de la vida, las grandes extinciones y la actual crisis ecológica. *Ed. Continente*. Pp 132.
- Mendoza, E. A. (2004). El clima y la vegetación natural (Capítulo 14). En: El clima del Noroeste Argentino y anexo Atlas climático del Noroeste Argentino (ACNOA). J. L. Minetti editor. Laboratorio Climatológico Sudamericano Fundación CARL C: ZON CALDENUIS. Investigaciones Paleoclimáticas y Paleoambientales del Cuaternario- sede: NOAA.
- Mendoza, E. A. (2010). Cartografía para las ecorregiones del Norte Argentino basadas en la clasificación climática de Köppen. *Rev.de Geografía* 14. Año XII, Nº 14, San Juan, Argentina. ISSN: 1514-1942.
- Mendoza, E. A. y J. A. Gonzáles. (2011). Las ecorregiones del Noroeste Argentino basadas en la clasificación climática de Köppen. En: Serie de Conservación de la Naturaleza Nº19. ISSN 0325-9625.
- Mendoza, E.A. (2002). Estudio climático en relación con incendios forestales en la Selva Montaña de Tucumán. En: III Reunión Regional de Selvas de Montaña, San Salvador de Jujuy, Argentina (grupo YAVI ed.).
- Meyer, T. (1963). Estudios sobre la Selva Tucumana. La Selva de Mirtáceas en las Pavas. Opera Lilloana 10.
- Minetti, J. L., Acuña, L. R., Nieves, J. I. (2004). El régimen pluviométrico del Noroeste Argentino (Capítulo 9). En prensa, en: El clima del Noroeste Argentino y anexo Atlas climático del Noroeste Argentino (ACNOA). J. L. Minetti editor. Laboratorio Climatológico Sudamericano Fundación CARL C: ZON CALDENUIS. Investigaciones Paleoclimáticas y Paleoambientales del Cuaternario- sede: NOAA.
- Minetti, J.L y J.A. Gonzáles. (2003). El cambio climático en la provincia de Tucumán. Sus Impactos. En: Serie de Conservación de la Naturaleza Nº17. Fundación Miguel Lillo. Tucumán-Argentina. 24 p. ISSN 0325-9652.
- Molinillo, M.F. y Vides-Almonacid, R. (1989). Uso de los recursos naturales en el bosque de Aliso de la provincia de Tucumán. *Avances en Investigación (INGEMA)*, 1,1.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *MyT-Manuales y Tesis SEA*, vol. I. Zaragoza, 84.
- Morrone J. J. (1994). En Crisci Jorge V., Katinas Liliana y Posadas Paula (2000). Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica. *Sociedad Argentina de Botánica*. Buenos Aires. Pp. 169.
- Morrone J. J. (2001) Biogeografía de América Latina y el Caribe. *Manuales y Tesis SEA*. Museo de Zoología. Facultad de Ciencias. UNAM. México. pp. 144.
- Nelson y Platnick (1981). En Crisci Jorge V., Katinas Liliana y Posadas Paula (2000). Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica. *Sociedad Argentina de Botánica*. Buenos Aires. Pp. 169.
- Noble, I. R. y R. O. Slatyer .1980. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities sujet to recurrent disturbances. *Vegetatio* 43: 5-21.

- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- Novas Fernando E. (2006). Buenos Aires, un millón de años atrás. Colección ciencia que ladra. *Siglo XXI Editores Argentina S. A.* Pp. 272.
- Oliver, C. D. (1981). Forest development in North America following major disturbances. *Forest Ecology and Management* 3: 153-168.
- Parera A. y otros (2004). Fauna del Ibera. Composición, estado de conservación y propuestas de manejo. Fundación Biodiversidad argentina.
- Parodi, L. R. (1945). Las regiones fitogeográficas de la Argentina y sus relaciones con la Industria Forestal. En F. Verdoon, *Plants and plant Science en Latin America*. Waltham, Mass. USA, 127-132. (Separado de 14 pp.).
- Peet, R. K. y N. L. Christensen. (1980). Succession: A Popupalation Process. *Vegetaio* 43: 131-140.
- Peet, R. K. (1992). Community structure and ecosystem function. Pp. 103-151 in D.C. Glenn-Lewin, R. K. Peet y T.T. Veblen (eds.) *Plant Succession: Theory and Predicction*, Chapman and Hall, London.
- Pérez A. y E.A. Mendoza. (2004). Relevamiento florístico de la laguna del bebedero provincia de San Luis. Informe Técnico. Laboratorio Climatológico Sudamericano. Fundación Caldenius. Tucumán-Argentina. 30 Pp.
- Peterson, AT. (2003). Predicting the geography of species ´ invasions via ecological niche modeling. *Q. Rev. Biol.* **78**:419-433.
- Pickett, S. T. A. (1980). Non-equilibrium coexistence of plants. *Torrey Bot. Club* 107: 238-248.
- PNUMA. (2002). Convenciones sobre la diversidad biológica. Panamá.
- Purves-Sadava (2003) Vida " La ciencia de la Biología" Editorial Médica Panamericana (Cap 56)
- Purves W., D. Sadava, G. Orians y H. Heller (2006). Vida, la ciencia de la biología. 6ª Edición. *Editorial Médica Panamericana*. Pp. 1168.
- Ragonese, A.E. (1951). La vegetación de la república Argentina. Estudio fitosociológico de las Salinas grandes II. Revista de investigaciones Agrícolas. Tomo V. Nº 1-2.
- Ragonese, A, (1967). Vegetación y Ganadería en la República Argentina. Colección científica del INTA, Bs. As. Argentina.
- Ragonese, A.E. y B.G. Piccinini. (1977). Consideraciones sobre la vegetación de las salinas de Mascaín. *Darwiniana* 21: 49-60.
- Rapoport E. (1982). En Rapoport E. y Monjeau A. (2001). *Areografía. Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. Jiménez Editores e Impresores, S. A. Pp. 23-30.
- Rapoport E. y Monjeau A. (2001). *Areografía. Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. Jiménez Editores e Impresores, S. A. Pp. 23-30.
- Raunkiaer, C. (1907). *Planterigetstlvsformer*. Coenhagen/ kristiania: Gyldolska bohandel y Nordisk Forlag. 180 pgs.
- Ribichich A. M. (2002) El modelo clásico de la fitogeografía de Argentina: un análisis crítico. *Inter-ciencia*. Vol. 27, Nº 12. pp. 669-675.
- Rozzi, R., Armesto J. y Figueroa J. (1994). Biodiversidad y conservación de los bosques nativos de Chile: una aproximación jerárquica. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.
- Seimon, T. (2010). Global warming from a frog ´ s perspective: A call for immediate action. *Acta Zoológica Lilloana* 54 (1-2): 3-10.
- Shadie F. y Epps, M. (eds.). (2008). *Securing protectedareas in the face of global change: Key les-*

- sonslearned from case studies and field learning sitesin protected areas. IUCN Asia Regional Office,Bangkok, Thailand, 49 pp.
- Soriano A. y León R. (1992). Relevamiento de los recursos naturales. Ecología. Segunda parte. Cátedra de Ecología. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Cap. N° 11, pp. 1-12.
- Soriano, A; RCJ León; O.E. Sala; (1993) "Ecología" Cátedra de Ecología. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires
- Sousa, W.P. (1984). The roel of disturbance in natural communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15: 353-391.
- Stauffacher, W. (1960). Las salinas grandes de hidalgo, en La Pampa y su desarrollo. Editorial ACME.
- Storer, T; Usinger, R; Stebbins, R. Nybakken J. (1982) *Zoologia General* Editorial yta Edicion. Editorial Omega
- Takhtajan A. (1986) Floristic regions of the world. *University of California. Berkeley. USA.* pp. 522.
- Tansley, A.G.(1935). The use and abuse of vegetational concepts y terms. *Ecology* 16: 284-252.
- Tecklin, D., A. Vila y S. Palminteri (eds.). (2002). A Biodiversity Vision for the Valdivian Temperate Rain Forest Ecoregion of Chile and Argentina, Washington DC, WWF. 2002.
- Thornthwaite, C. W. And F. K. Hare. (1955). Climate classification in Forestry. *Unasyuva*, Vol. 9 (2) Publ. FAO. Roma.
- Tilman, D. (1994). Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology* 75:2-16. [Links]
- TNC. (2005). The Nature Conservancy, Fundación Vida Silvestre Argentina, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco y Wildlife Conservation Society Bolivia, Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano/Gran Chaco Americano Ecorregional Assessment, Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre Argentina, 2005 [en línea]. <<http://www.tnc.org.br/chaco/chaco.html>.
- Tognelli, G. C. (1987). Hidrología y Geoquímica de la cuana e las Salinas del Bebedero. Tesis de licenciatura. Universidad de San Luis.
- Turcq, B., Sifeddine, A., Martín, L., Absy, M.L., Soubies, F., Suguio, K., Volkmer-Ribeiro, C., (1998). Amazonia rainforest fires: a lacustrine record of 7000 years. *Ambio* 27, 139-142.
- Turner, M.G. (1987). *Landscape Heterogeneity and disturbance*. M. G. Turner (Edt.) Springer, Verlag, New York. USA.
- Uribe L. H. (2008). Del mecanicismo a la complejidad en la biología. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 56, N° 1, pp. 399-407.
- Vandermeer, JH. (1972). Niche theory. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3:107- 132.
- Vargas, W.M., Minetti, J.L. y A.G. Vargas. (2002). Low-frecuency oscillations in climatic and hydrological variables in southern South America ´s tropical-subtropical regions. *Ther. Appl. Climatol.* 72, 29-40. Austria.
- Vázquez, D.P.; (2005) "Reconsiderando el nicho Hutchinsoniano". *Revista Ecología austral.* V.15. N2. Jul/dic.2005.
- Veblen, T. T. (1992). Regeneration dynamics. Pages 152-187 in D. C. Gleen-Leven, R. K. Peet y T.T. Veblen (Edts.) *Plant Sucesion: Thoery and Prediction*. Chapman and Hall, London.
- Veblen, T.T., Mermoz, M., Martin, C. y T. Kitzberger. (1992). Ecological impacts of introduced animals in Nahuel Huapi Nacional Park in Argentina. *Conservatio Biology* 6:71-83.
- Veblen, T.T., Mermoz, M., Martin, C. yE. Ramillo. (1989). Effects on exotic deer on forest regeneration in Northern Patagonia. *J. Appl. Ecol.* 26:711-724.
- Vervoorst, F. (1969). Comunidades vegetales del Norte Argentino. En: Hawkes, J. G. and J. P. Hjerling: the potatoes in Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay. *Annals of Botany Memoir* N° 3.
- Vides-Almonacid, R. Andrade Perez,A. (2009). Nuevos enfoques en la conservación de la biodiversidad

- sidad: ¿Hacia dónde vamos? Acta zoológica Lilloana 53. (1-2): 7-15.
- Walter, H. (1977). Zonas de clima y vegetación. Breve descripción desde el punto de vista causal y global. Ediciones Omega, Barcelona-España. ISBN: 84-282-031-5.
- Watt, A. S. (1947). Pattern and process in plant community. *Journal of Ecology* 35: 1-22.
- White, P. S. y A. Jentsch. (2001). The search for generality in studies in disturbance and ecosystem dynamics. *Progress in Botany* 62: 399-450.
- White, P. S. y S. T. A. Pickett. (1985). Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. Pp. 3-13. In: Pickett, S. T. A. and , P. S. White (Edts.) *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, New York, USA.
- White, P. S. (1979). Patterns, process, and natural disturbances vegetation. *Bot. Rev.* 45: 229-299.
- Whittaker, R. H. y S. A. Levin. (1977). The role of mosaic phenomena in natural communities. *Theoretical Population Biology* 12:117-139.
- Whittaker, R.H.; SA Levin y RB Root. (1973). Niche, habitat and ecotone. *Am. Nat.* **107**:321-338.
- Wilson, E.O. (1989). La biodiversidad amenazada. *Investigación y Ciencia* N° 158:64-71. Woese, C., Kandler, O. y Wheelis, M. 1990.

Software

- BIOSTAT 5.0 (Brazil, 2007): <http://freestatistics.altervista.org/?p=stat>
- EXCEL. 2003. <http://www.statistixl.com/>
- EXCEL: XLSTAT (Win) 2010: <http://3d2f.com/download/10-791-statistixl-free-download.shtml>
- Statgraphics: <http://www.statgraphics.com/>

Paginas Web

- <http://www.jmarcano.com/hociones/minimo2.html#optimos>
- <http://www.agora.com.ar/prueba/p11ae.htm>
- <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=>
- <http://www.planetasoja.com.ar/index.php?sec=72ytra=2286ytit=2365>
- <http://inta.gob.ar/documentos/insectos-plagas-en-soja> INTA EEA Reconquista
- <http://www.redargentina.com/folklore/Cancionero/Chacareras/chacaradelchilalo.asp>
- <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v18a03.pdf>
- <http://www.cienciaybiologia.com/ecologia/ph.htm>
- http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2005000200005yscript=sci_arttext
- http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/herba_digital/fichas_especies/atamisque.htm
- <http://florayfaunasde.com.ar/algarroba-negra-prosopis-alba-villa-jimenez/>
- http://www.oni.esuelas.edu.ar/2003/CHACO/378/Fauna/Corzuela_Roja.htm
- <http://www.fao.org/docrep/006/Q2934S/Q2934502.htm#ch2.5>
- http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362010000200008yscript=sci_arttext
- www.habitatydesarrollo.org.ar/documentos/LibroPMAnexo1.pdf consultado en abril 2012.
- www.ambiente.gov.ar consultado en abril 2012.
- www.ecopuerto.com/bicentenario/.../LibroBiodiversidad_FHN.pdf consultado en mayo 2012.
- www2.medioambiente.gov.ar consultado en mayo 2012.
- www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf consultado en junio 2012.
- www.iucn.org/es consultado en junio 2012
- www.pnuma.org consultado en agosto 2012

Sobre los autores



Eduardo Agustín Mendoza nació en 1972 en San Miguel de Tucumán. Se graduó como Técnico Químico y como Licenciado en Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional de Tucumán. Se desempeña como profesor de Física, Biología y Biodiversidad Vegetal en la Junta Media, Técnica y Superior del Ministerio de Educación en la provincia de Tucumán. Pertenece al grupo de investigadores del Laboratorio Climatológico Sudamericano Fundación CARL C: ZON CALDENIUS como investigador de interacción clima-vegetación y de impactos del ambiente. Pertenece al grupo de investigadores de la Xiloteca de la Fundación Miguel Lillo, allí realiza estudios de mediciones de crecimiento arbóreo de especies forestales nativas y su potencial uso dendroclimatológico. Ha publicado artículos en revistas nacionales y extranjeras, también capítulos de libros y un libro reciente sobre distribución de áreas para conservación de biodiversidad en el norte argentino. Actualmente cursa el Doctorado en Ciencias Biológicas en la Universidad de Tucumán, donde investiga sobre bioindicadores de cambio climático (CC).



Silvia Noemí Passarino nació en 1962, en Romang, Santa Fe. Es profesora de Ciencias Naturales. Estudia la licenciatura en Gestión Ambiental en la UNCBA y es becaria en la Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la UNL. Desde 1998 hasta 2009 fue coordinadora pedagógica y profesora de la experiencia de avance de la EGB 3 rural, en toda la provincia de Santa Fe. Coordinó el postítulo en conducción educativa, EMPI 4027. Fue becaria de intercambio educativo en el CREP 7 del Paraguay (2008). Desde 2009 es titular en diferentes cátedras en el Profesorado de Biología, de Educación Física y de Educación General Primaria; jefe del Dpto. de Biología en el Instituto Formador de Formadores No 4, Reconquista (Santa Fe). Realiza investigaciones en educación en ciencias, es capacitadora en la formación docente provincial y coordinadora responsable de la ADBiA, Filial 12 Santa Fe desde 2009 hasta la actualidad.



Carlos Raúl Quiroga nació en 1969 en la ciudad de San Luis. Es Licenciado en Ciencias Biológicas y actualmente se desempeña como docente-investigador en el Instituto de Formación Docente Continua de San Luis (IFDC-SL) en los espacios curriculares de Ciencias Naturales y su Didáctica, y en la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), en las asignaturas Diversidad Animal y Biogeografía para el Profesorado y Licenciatura en Ciencias Biológicas. Es integrante del Proyecto de Investigación "Prácticas discursivas en distintos campos del conocimiento. Su enseñanza y aprendizaje en el nivel superior" (UNSL) y en el Proyecto de Investigación "La biodiversidad de los humedales de la provincia de San Luis" de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNSL. Investigador categoría V del Programa de incentivos. Ministerio de Educación. Secretaría de políticas universitarias. Es autor de publicaciones nacionales e internacionales sobre temáticas relativas a estrategias de enseñanza en educación ambiental y biodiversidad de invertebrados. Ha dictado capacitaciones para docentes de nivel medio sobre biodiversidad de la provincia de San Luis. Actualmente se encuentra realizando el doctorado en Biología sobre aspectos biogeográficos de las sierras de San Luis con fauna de coleópteros (CRICYT-UNSL).



Francis María Suárez nació en 1973 en San Miguel de Tucumán, es profesora de Biología egresada del IFD N° 3 de la ciudad de Fernández, Santiago del Estero, donde actualmente se desempeña como formadora de futuros docentes de la carrera de Biología en las cátedras de Biodiversidad Animal I y Proyecto de Investigación Científica y en la Educación Secundaria. Participante de cursos, postítulos y diplomaturas de diferentes temáticas correspondientes a la capacitación docente disciplinar. Ponente en las IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología con el Tema: Planificar Biología con Arte. Acompañante Didáctica en Ciencias Naturales del Programa de Alfabetización Científica y durante en año 2012 del Plan Nacional de Ciencias Naturales: Ciencias para Todos. Cursa actualmente el ciclo de Formación para Acompañantes Didácticos de PNECN la Licenciatura en Gestión Educativa en la Escuela de Innovación Educativa de la provincia de Santiago del Estero.

SERIE CUADERNOS DE TRABAJO DOCENTES APRENDIENDO EN RED

El sector de Educación de la Oficina de Montevideo-Representación ante el MERCOSUR implementa sus acciones programáticas a nivel nacional y subregional en el marco del Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (EPT/PRELAC 2007).

Los ministros de Educación de la Región han afirmado que la educación es un bien público y llave para la construcción de un mundo más justo, señalando siete temas centrales en sus recomendaciones (www.unesco.org/Santiago). Esta nueva serie de publicaciones, que hemos titulado Docentes Aprendiendo en Red (DAR) se nutre selectivamente de las recomendaciones referentes al "derecho de las personas a aprender a lo largo de la vida" desde "enfoques educativos para la diversidad, la inclusión y la cohesión social". La serie pretende acercar al docente lector materiales de apoyo educativo, elaborados por algunos de sus pares docentes que han sido participantes activos de proyectos innovadores asistidos por UNESCO.

A nivel nacional, implementar estas recomendaciones potencia una de las funciones de la UNESCO que denominamos "laboratorio de ideas". En ese sentido, la temática de acortar distancias entre las investigaciones universitarias y la formación de docentes en ciencias es uno de nuestros centros de interés programático. Entendemos que trabajar a favor de los educadores de la enseñanza demanda asistir técnicamente en el diseño de proyectores innovadores fundamentalmente en dos aspectos:

a) Requerir y fomentar equipos con profesionales diversos que sean referentes para el tema seleccionado y se encuentren dispuestos a "Aprender juntos" (Delors 1996)

b) Incluir en el diseño instancias colectivas de formación, discusión y planteo de dificultades conceptuales, con el objetivo de estimular aprendizaje y capacidades de producción de materiales escritos por docentes.

Los cuadernos de trabajo "Escritura en Ciencias" en el marco de la serie DAR han sido generados por el Instituto Nacional de Formación Docente del Ministerio de Educación de la Nación Argentina a través de una convocatoria abierta a los Institutos de Formación Docente de gestión pública de todo el país.

Los cuadernos de Escritura en Ciencias se ponen a disposición de formadores y alumnos de la formación docente como materiales de apoyo educativo elaborados por pares que han sido participantes activos como integrantes de equipos de trabajo que llevan adelante de proyectos innovadores asistidos por UNESCO.

El trabajo de los coordinadores ha sido complejo e indispensable para el éxito de este tipo de proyecto. Las contrapartes por países han hecho propio este diseño y ajustado a sus realidades temáticas y de arquitectura (presencial y/o virtual). De esta manera, la temática de Paraguay es "La Escritura en Paraguay", en Argentina "Escritura en Ciencias" y en Uruguay "Celebrando el Año Internacional de la Química". Los coordinadores generales, así como los de Escritura han desarrollado un análisis crítico del proceso y han sabido guiar las intrincadas relaciones generadas cuando se "aprende haciendo" contribuyendo a resolver conflictos y logrando el mejor documento posible. En ese sentido, vaya a todos ellos nuestro agradecimiento.

María Paz Echeverriarza
Profesional del Programa Educación
UNESCO Montevideo



Ejemplar de distribución gratuita. Prohibida su venta.