
Monografías Biológicas

*Bases biológicas para el uso y manejo
de recursos naturales renovables:
Recursos de la zona de matorral
y bosque esclerófilo
de Chile Central*

E.R. Hajek, Editor

N° 1, 1981

Monografías Biológicas

Facultad de Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad
Católica de Chile

*Primer Seminario Taller
Bases biológicas para el uso y manejo
de recursos naturales renovables:
Recursos de la zona de matorral
y bosque esclerófilo
de Chile Central*

E.R. Hajek, Editor

N° 1, 1981



PUBLICACIONES PERIODICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE
VICERRECTORIA ACADEMICA

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	
EL EDITOR. A modo de presentación	5
JORGE LEWIN. Palabras de bienvenida	7
PATRICIO SÁNCHEZ. El seminario-taller: sus motivos y propósitos	9
CONFERENCIAS	
CARLOS VERONA. Las teorías ecológicas como base para el manejo de ecosistemas (resumen)	13
GORDON H. ORIAN. Usos de la teoría ecológica en la mantención de ecosistemas con alta diversidad de especies	15
EDUARDO R. FUENTES. El matorral en perspectiva biológica	27
RAÚL MENESES. El matorral en perspectiva ganadera	45
RODOLFO GAJARDO. Interpretación histórica y perspectivas en el uso del matorral esclerófilo	55
SINTESIS DE TALLERES Y FORO	
SÍNTESIS TALLER A. Bases biológicas y usos forestales del matorral y bosque esclerófilo	65
SÍNTESIS TALLER B. Bases biológicas y usos ganaderos del matorral	67
SÍNTESIS TALLER C. El espectro conservación-preservación en el matorral y bosque esclerófilo	71
Sesión de síntesis final	77
Conclusiones	85
Programa	89

A modo de presentación

Es grato hacer la presentación de esta publicación que contiene los aspectos más relevantes que se analizaron en el I Seminario-Taller Bases Biológicas para el Uso y Manejo de Recursos Naturales Renovables: Los recursos de la zona de matorral y bosque esclerófilo de Chile Central.

El seminario-taller se desarrolló a base de 5 conferencias, de tres talleres, respectivamente, sobre: a) "Bases biológicas y usos forestales del matorral y bosque esclerófilo", b) "Bases biológicas y usos ganaderos del matorral", y c) "El espectro conservación-preservación en el matorral y bosque esclerófilo", y de un foro relativo a "Problemas de comunicación entre los investigadores y la comunidad". Además hubo una Sesión de Síntesis, donde se expresaron opiniones, comentarios y sugerencias respecto a este y futuros seminarios-talleres y donde, a la vez, fue posible plantearse algunas preguntas en relación a los objetivos que cumplió este tipo de reuniones. Precedió a todas estas actividades una presentación del director del Instituto de Ciencias Biológicas y otra del jefe del Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en que se fijaron aspectos históricos y los motivos y propósitos de la reunión. Este volumen reúne la información que se generó a partir de las actividades recién reseñadas. Completa la publicación una serie de conclusiones.

Es cierto que no fue tarea fácil la de editar este material, de darle cierta consistencia y de presentarlo públicamente para mostrar lo que un grupo de personas conversó sobre estos temas durante tres días. Los aspectos difíciles tuvieron que ver con la infraestructura técnica de obtención de la información en grabaciones magnéticas, que ha resultado no satisfactoria en cuanto a salas y equipos. Muchas horas de transcripción, reaudición de las cintas y de reedición de los contenidos de una gran cantidad de horas de grabación han permitido, sin embargo, tener a mano, en gran medida, un material valioso, producto de este encuentro.

Habría sido probablemente mucho más simple editar textos entregados por los participantes. Sin embargo, quisimos hacer el esfuerzo de registrar en cinta todas las discusiones y de transferirlas, pues hemos considerado que el mayor interés de estas reuniones está precisamente en la confrontación de puntos de vista, ideas y problemas, a fin de darles una posible salida y lograr un cierto consenso. Es decir, un trabajo en seminario y en taller. Quizás fuimos ingeniosos en la aproximación técnica a un proyecto de esta naturaleza.

A pesar de las limitaciones de esta índole, hemos logrado reunir prácticamente todo lo que se discutió y se concluyó, y eso es lo que sigue en las próximas páginas. En gran medida se trata, entonces, de transcripciones desde cinta magnética y edición del material. De allí que a veces el lenguaje sea formal, a veces, coloquial. Pero esa fue la forma de trabajo y ella se refleja en este escrito.

Con todo, esperamos haber completado la tarea que, desde las fases de organización, pasando por las de coordinación y terminando en las de edición, ha llevado a cabo un grupo numeroso de personas. Estamos seguros que sobre la base de los contenidos de esta publicación será posible construir un edificio más sólido para futuros encuentros de esta naturaleza; y, por lo menos, para darnos cuenta de cuáles son los problemas que aún quedan pendientes y de qué modo se puede afianzar a futuro una comunidad integrada por las personas que generan información a nivel básico, aquellas que usan dicha información y aquellas que tienen que generar las políticas para manejar los recursos naturales renovables, ojalá siempre sobre bases científicas.

El desarrollo de este primer seminario-taller fue posible gracias a la ayuda eficiente prestada por muchas personas y por el apoyo institucional. Con el temor de que una lista sea incompleta, quisiéramos solamente decir a todos un sincero muchas gracias.

Monografías Biológicas

*Bases biológicas para el uso y manejo
de recursos naturales renovables:
Recursos de la zona de matorral
y bosque esclerófilo
de Chile Central*

E. R. Hajek, Editor

N° 1, 1981

Monografías Biológicas es publicada por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile y está destinada a difundir diversas actividades académicas de la Facultad, tales como reuniones científicas, conferencias de interés general y estudios especiales.

Monografías Biológicas se publica anualmente. Cada número está dedicado a un problema específico y puede contener uno o más trabajos sobre el tema.

Comité Editorial

- **Jorge Lewin**, Decano Facultad de Ciencias Biológicas
- **Arturo Yudelevich**, Secretario Académico, Facultad de Ciencias Biológicas.
- **Juan Roblero**, Jefe Departamento de Ciencias Fisiológicas.
- **Manuel Rodríguez**, Jefe Departamento de Biología Celular.
- **Patricio Sánchez**, Jefe Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones

Director Responsable : Dr. Jorge Lewin Campaña, Decano Facultad de Ciencias Biológicas.

© Pontificia Universidad Católica de Chile , 1981.

ISSN N° 0716-0836

Toda solicitud de canje, compra y correspondencia en general debe dirigirse al Director Responsable, a la Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Av. Portugal 35 o Casilla 114-D, Santiago, Chile.

Diseño Portada: Publicidad Universitaria.

Palabras de bienvenida.

JORGE LEWIN

Director Instituto de Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad Católica de Chile

Es muy grato para mí asumir en este momento la representación del señor Rector de la Pontificia Universidad Católica de Chile y del Decano de su Facultad de Ciencias Biológicas para dar la más cordial bienvenida a esta Casa a todos ustedes que nos han concedido el honor de aceptar la invitación a participar en este primer Seminario-Taller sobre "Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables". Hablo a nombre del señor Rector, porque en este mismo instante la Dirección Superior de la Universidad está recibiendo en esta Casa al Cardenal Primatesta, Delegado de Su Santidad Juan Pablo II al Congreso Eucarístico Nacional. Este motivo ha impedido al Sr. Rector, al Sr. Vicerrector y al Sr. Decano de esta Facultad estar con ustedes tal como eran sus deseos y sus propósitos.

El Seminario-Taller, que hoy se inicia, fue organizado por el Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones del Instituto de Ciencias Biológicas como un homenaje de nuestra Unidad Académica al Cincuentenario de la Escuela de Medicina de esta Universidad. No se trata sólo de un tributo de admiración a esa Escuela por su fructífera labor en beneficio de la educación superior y de la salud del país. Ha sido nuestro propósito, en realidad, el reconocer con este homenaje que la creación de la Escuela de Medicina significó el inicio de la investigación en Ciencias Biológicas en esta Universidad, en un momento en que esta actividad apenas comenzaba en otras instituciones nacionales. Si grande fue ese mérito, mayor, creo, que es la significación que tuvo para el desarrollo de las Ciencias Biológicas en la Universidad y en el país, las condiciones especialmente favorables para la investigación científica que supo crear esa Escuela. Es de justicia destacar que ella no sólo promovió el progreso de las disciplinas básicas de la Medicina, sino que también permitió que en su propio seno se desarrollaran otras áreas de la Biología que pueden considerarse como ajenas a las Ciencias Médicas, y otro testimonio de que su interés por estas disciplinas rebasaba las estrictas

exigencias curriculares, es la creación en 1955 por la Facultad de Medicina, de un programa en Licenciatura y de Doctorado en Ciencias Biológicas.

Por último, a fines de la década de los años 60, quienes cultivaban estas disciplinas en la Universidad, reclamaron para sí un ámbito propio en nuestra institución para poder fomentar su desarrollo autónomo. Se crea entonces el Instituto de Ciencias Biológicas, con los objetivos específicos de desarrollar la investigación en diversos campos biológicos, de formar investigadores y profesores universitarios, realizar programas conducentes a grados académicos y la docencia en Ciencias Biológicas básicas para todas las Unidades Académicas de la Universidad que las incluyeran en sus planes de estudio.

La Facultad de Medicina no sólo comprendió las inquietudes de los científicos, sino que generosamente cedió el personal académico, técnico y administrativo, junto con sus laboratorios, equipos y servicios. También lo hicieron las Escuelas de Pedagogía, de Agronomía y de Psicología; sin embargo, debido al diferente desarrollo que habían alcanzado en esa época las diversas Escuelas profesionales de la Universidad, el patrimonio en personal, equipo e instalaciones provenientes de la Escuela de Medicina, fue el aporte mayoritario que recibió el Instituto para su creación.

Este Instituto se organizó sobre la base de 3 departamentos: el Departamento de Biología Celular, el Departamento de Ciencias Fisiológicas y el Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones. Este último ha diseñado una política de investigación consistente en centrar esta actividad en un número limitado de áreas-problema relacionadas con organismos, poblaciones y comunidades terrestres y marinas litorales. Entre estas áreas-problema prioritarias del Depto. se incluyen las bases científicas del manejo racional de recursos biológicos. Es pues lógica su iniciativa de organizar este Seminario-Taller, uno de cuyos objetivos principales es efectuar una evaluación del significado y de la utilidad que puedan re-

presentar las investigaciones a nivel básico, que se realizan en las Universidades, para aquellas personas que son responsables del uso y manejo de los recursos naturales renovables y de la toma de decisiones sobre los programas de desarrollo en el país.

El jefe del Departamento profesor Sánchez explicará enseguida y con mayor precisión los objetivos que se persiguen. Por mi parte sólo deseo recalcar que este tipo de actividad representa una de las variadas formas a través de las cuales nuestro Instituto cumple con su compromiso con nuestra sociedad.

Por otra parte, quiero señalar que los objetivos de este encuentro habrían sido imposibles de alcanzar por los miembros de este Instituto. Por ello solicitamos la colaboración de personeros de diferentes centros y organismos nacionales. La generosa respuesta a nuestra solicitud de las Facultades de Ciencias, de Agronomía y de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, así como también la del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, del Instituto de Investigación de Recursos Naturales, de la Oficina de Planificación Nacional, de la Corporación Nacional Forestal y de la Facultad de Agronomía de nuestra Universidad, comprometen nuestra gratitud, pues las sobresalientes condiciones de sus representantes y personeros aseguran desde ya el éxito de este encuentro.

Quiero agradecer también la confianza que depositaron en nosotros la Sociedad de Biología de Chile, el Museo de Historia Natural y el Proyecto Andino del Programa El

Hombre y la Biosfera, al conceder su alto patrocinio y su ayuda financiera para la realización del Seminario-Taller.

Por último, creo interpretar el sentir de los organizadores y de todos los participantes, así como el de la Dirección Superior de la Universidad, al expresar el reconocimiento muy particular a nuestros distinguidos visitantes extranjeros, el profesor Gordon Orians de la Universidad de Washington en Seattle y el doctor Carlos Verona de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

El recibir las visitas de tan connotados hombres de ciencias tiene una especial significación para nosotros, dado el aislamiento a que están sometidos nuestros investigadores, por las grandes dificultades que tienen para asistir con relativa regularidad a reuniones internacionales más significativas y establecer, así, los valiosos contactos personales con los científicos más destacados en su campo. Por eso, los profesores Orians y Verona pueden estar seguros que su estancia en Chile no sólo dará mayor brillo a estas reuniones, sino que también redundará en un significativo estímulo para nuestros investigadores. Tal vez ello pueda compensarles los sacrificios que les ha significado tener que abandonar sus labores habituales para enriquecernos con su experiencia.

Junto con desear a todos los participantes el mayor éxito en sus deliberaciones, tengo el alto honor de declarar inaugurado el Primer Seminario-Taller sobre Bases Biológicas del Uso y Manejo de Recursos Naturales Renovables. Muchas gracias.

El seminario-taller: sus motivos y propósitos

PATRICIO SANCHEZ

Jefe Departamento de Biología Ambiental
y de Poblaciones
Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Ciencias Biológicas

Autoridades de la Universidad, representantes de instituciones invitadas, profesores y estudiantes, señoras y señores:

Hemos creído oportuno ocupar algunos minutos de la primera sesión de este seminario-taller para hacer explícitos los motivos y los propósitos del Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones al convocar a este evento.

La Universidad celebra este año el cincuentenario de su Escuela de Medicina, cuya fundación define también el inicio de la investigación experimental en ciencias biológicas en esta Universidad. Este cincuentenario tiene especial significado para el Instituto de Ciencias Biológicas, creado en 1970, pues el Instituto es depositario de una tradición de investigación biológica básica que se inició y desarrolló en la Escuela de Medicina. Dicha tradición persiste en tres grandes áreas de investigación científica, que se corresponden con los departamentos del Instituto: Biología Celular, Ciencias Fisiológicas, Biología Ambiental y de Poblaciones.

Los departamentos de Biología Celular y de Ciencias Fisiológicas, cuyos campos científicos tienen estrechas relaciones con la clínica médica, han contribuido ya a celebrar este cincuentenario. El campo científico de nuestro departamento es más distante de los intereses particulares de la medicina, pero nosotros también tenemos motivos suficientes para sumarnos a esta celebración. En efecto, diversas líneas de investigación del Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones se iniciaron en la Escuela de Medicina; tal es el caso de la taxonomía y biogeografía de algas y de invertebrados marinos —incluyendo la parasitología de peces—, la ecología intermareal y la biología de especies marinas, que constituyen importantes recursos pesqueros del país.

Es buena evidencia de la visión universitaria y de la generosidad personal de las autoridades de la Facultad de Medicina y Ciencias Biológicas —en una Universidad en formación, como era ésta— el haber impulsado el desarrollo de muy diversas disciplinas biológicas en las cátedras de su nueva escuela. Valoramos la gestión de esas autoridades y cuidamos y desarrollamos en este departamento las disciplinas heredadas de la escuela. Pero, además, queremos sumarnos a este cincuentenario convocando a un seminario-taller, como testimonio de reconocimiento de la importancia de la Escuela de Medicina en el desarrollo de las ciencias biológicas en esta Universidad y en el país.

Expuestos nuestros motivos, y antes de exponer los propósitos del seminario-taller, debo manifestar el sincero agradecimiento del departamento a las instituciones y personas que han hecho posible este evento y dar la bienvenida a todos sus participantes. Debo expresar un reconocimiento especial al Director del Instituto de Ciencias Biológicas, Dr. Jorge Lewin, por su decisivo apoyo a la iniciativa; y también al profesor Ernst Hajek y a sus colaboradores inmediatos, quienes han cumplido la tarea de organizar este evento y tienen ahora la misión de conducirlo a sus objetivos. A ellos me refiero a continuación.

Este Instituto es un centro universitario de investigación científica básica y de formación de investigadores en ciencias biológicas. Realizamos la formación de investigadores por medio de programas de perfeccionamiento y principalmente en los programas de Licenciatura y de Doctorado en Ciencias Biológicas. Nuestras investigaciones biológicas se reflejan esencialmente en ponencias a congresos científicos y en publicaciones especializadas. El Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones cumple esas funciones en los campos

de la botánica, la zoología y la ecología de organismos, poblaciones y comunidades en ambientes terrestres y marinos

Tratándose de la celebración de un aniversario, sería apropiado destinar este evento a los resultados de algunas de nuestras líneas de investigación, en el decenio de existencia del Instituto o, mejor aún, desde su inicio en la Escuela de Medicina. Como eso es lo que normalmente hacemos en congresos científicos y en publicaciones especializadas, hemos optado por un objetivo menos convencional, pero que nos parece también interesante: averiguar cuál es —o debe ser— la relación entre nuestras investigaciones biológicas “básicas” y la solución de problemas sociales y económicos del país. Hemos elegido para esto el importante tema de los recursos naturales renovables, y particularmente dos problemas: la sobreexplotación de recursos, con el riesgo de su agotamiento y la posibilidad de usos alternativos de los recursos.

Incidentalmente, al tomar esta decisión, nuestro departamento coincide con el interés más global de la Medicina, el bienestar de los seres humanos; porque los “recursos naturales renovables” son aquellas otras especies biológicas de cuya disponibilidad depende la existencia de las sociedades humanas.

Como biólogos, bien sabemos que todos los organismos se relacionan con diversos componentes de su ambiente y que su existencia depende, en forma crucial, de la aprobación de componentes del ambiente —“los recursos naturales”—, incluyendo a otros organismos —los “recursos naturales renovables”. En un hábitat finito, como nuestro planeta, los recursos naturales son necesariamente limitados y, por lo tanto, es limitada su posible apropiación —o explotación. Aun los recursos naturales biológicos, cuya reproducción los hace “renovables”, son susceptibles de agotarse por sobreexplotación. La finitud de los recursos naturales es así una limitante de los organismos: limita el crecimiento numérico de las poblaciones, limita el nivel de consumo y de satisfacción de los individuos, limita las posibilidades de sobrevivencia de los individuos y de persistencia de las poblaciones; el agotamiento de recursos naturales puede conducir a la extinción.

Estos hechos biológicos son especialmente pertinentes hoy para nuestra especie, dada su alta eficiencia tecnológica para explotar recursos, su nivel creciente de requere-

mientos y de aspiraciones de consumo y su explosivo crecimiento poblacional.

Ha sido un progreso reciente de las ciencias sociales el reconocer que en las sociedades humanas —no obstante sus características propias— rigen leyes que son comunes a otras poblaciones biológicas, y que la economía de nuestras sociedades está también limitada por la finitud de los recursos naturales. La revolución industrial puso en evidencia, primero, la limitación —y el agotamiento— de los recursos minerales, y ha terminado arriesgando la existencia de los principales recursos naturales biológicos. Con ello, los problemas clásicos de la ciencia ecológica son la preocupación actual de sociólogos, economistas, planificadores y políticos.

Los botánicos y los zoólogos de nuestro departamento estudian las propiedades de diversas especies biológicas que constituyen recursos naturales de nuestra economía; nuestros ecólogos estudian los determinantes de la distribución y abundancia de esas especies, incluyendo la acción del hombre sobre tales recursos. Como investigadores, aportamos nuestros hallazgos al acervo de las ciencias naturales. Como miembros de esta sociedad, nos preguntamos también si nuestros conocimientos científicos contribuyen a la solución de problemas contingentes —los actuales o los previsibles— de nuestra sociedad.

Toda la historia humana ilustra que los conocimientos científicos son útiles, pero la historia contemporánea muestra también que la capacidad de una sociedad para utilizarlos depende de su nivel de desarrollo; la capacidad para transformar el conocimiento científico en tecnologías es un buen indicador de nivel de desarrollo social.

¿Cuál es la situación actual de Chile al respecto? Conocidas nuestras limitaciones, es comprensible que los resultados de algunas líneas de investigación no sean aún utilizados directamente en nuestro medio. Pero pensamos que algunas líneas de investigación de nuestro departamento sí pueden contribuir, en el presente, al desarrollo y bienestar de nuestra sociedad; por ejemplo, en la solución de problemas relativos a los recursos naturales renovables del país.

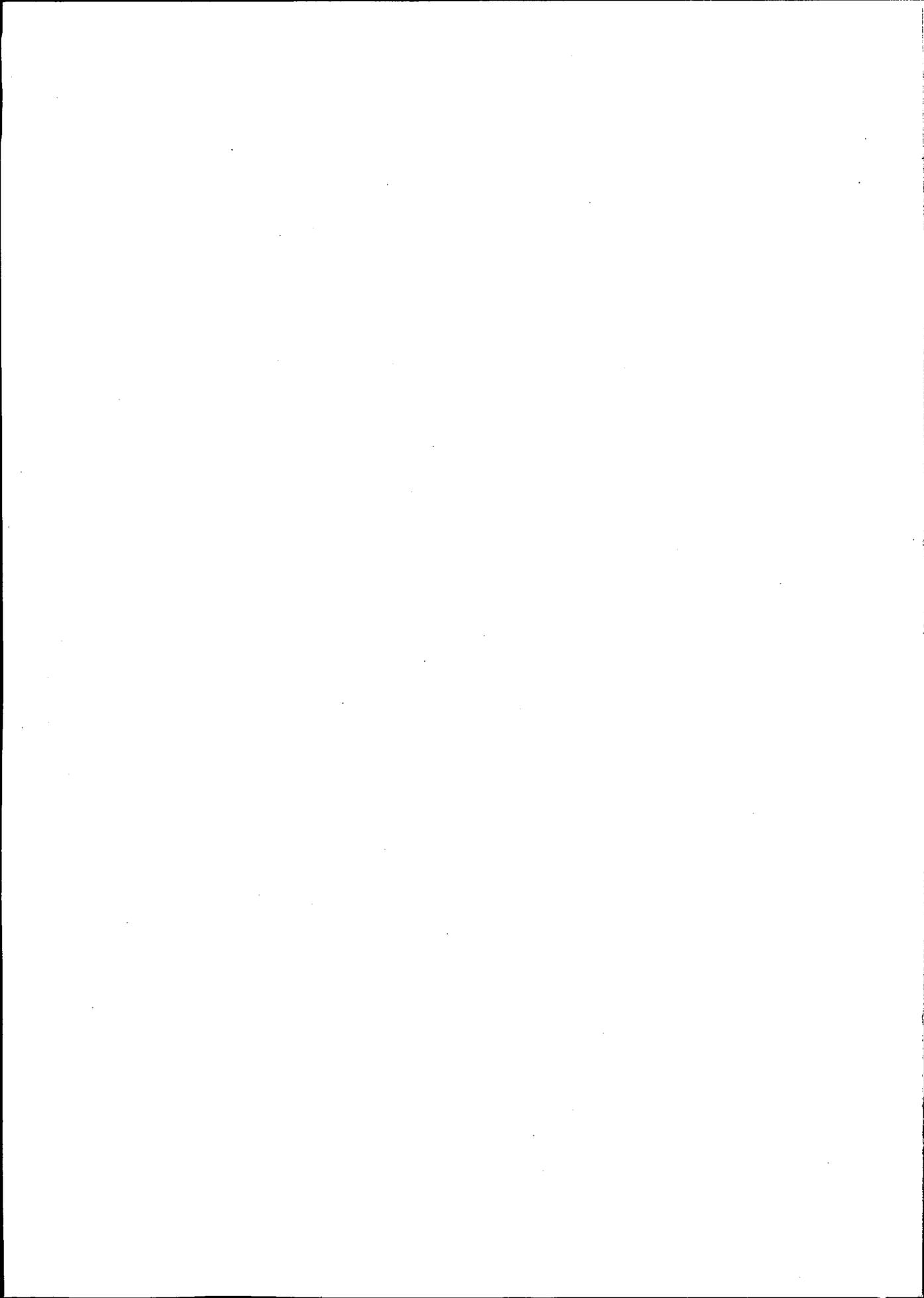
Por ello, hemos querido destinar este evento a un encuentro con usuarios potenciales de nuestras investigaciones, en relación con algunos recursos naturales terrestres de la región central de Chile. En particular, nos interesa confrontar nuestras ex-

perencias científicas sobre la fauna, la flora y los ecosistemas locales con los conocimientos requeridos para la toma de decisiones en el uso y manejo de los recursos naturales. Nos preocupa averiguar si los resultados de nuestras investigaciones son conocidos por quienes toman tales decisiones, y si les son útiles para ello. Deseamos identificar las lagunas de conocimientos que pudieran existir, y ser necesarios, para ese efecto; y necesitamos precisar si le corresponde a los centros de investigación científica "básica" el proveer tales conocimientos. En general, nos interesa conocer las bases del proceso de toma de decisiones

sobre el uso, manejo y preservación de los recursos naturales renovables en nuestro país, y contribuir a definir la participación que en dicho proceso le corresponde a centros de investigación como este Instituto.

Tales son los objetivos de este encuentro entre un sector de generadores de conocimiento científico, y otro de potenciales usuarios de ellos en Chile.

Termino reiterando nuestro agradecimiento a quienes han aceptado nuestra invitación a este desafío; invitando a los asistentes al evento a iniciar esta tarea; y deseando a todos ustedes una grata y provechosa jornada.



Las teorías ecológicas como base para el manejo de ecosistemas*

CARLOS VERONA

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Mar del Plata
Balcarce, Argentina

Constantemente el hombre modifica la estructura de organización de las comunidades naturales o crea comunidades inusitadas. Estas prácticas suelen ser puramente empíricas o están sustentadas en la teoría ecológica desarrollada en la primera mitad de nuestro siglo. Entre los presupuestos básicos de esa teoría se encuentran —a nivel comunitario— nociones ligadas a los conceptos de sucesión, estabilidad y exclusión competitiva, todos los cuales reposan en el dogma central del "equilibrio de la naturaleza". Sobre esta idea de equilibrio, se han apoyado muchos trabajos especulativos que, entre otras derivaciones, han llevado a proponer relaciones causales entre la estabilidad, la diversidad y la productividad de los ecosistemas.

Evidencias contrarias a las regularidades previstas por la teoría junto al desarrollo de nuevos modelos conceptuales, han arrojado dudas sobre la validez del andamiaje intelectual que disponíamos, por lo que ahora nos enfrentamos a la necesidad de revisar los principios ecológicos en que se basa el manejo racional de los recursos naturales. En general, el conjunto de las anomalías que presenta la teoría clásica ha sido el resultado de enfoques parciales o fraccionarios de la realidad de la falta de confirmación experimental de hipótesis cruciales o de la incapacidad para digerir la abrumadora cantidad de información que resulta de proyectos de investigación ecológica de gran envergadura. En los últimos veinte años este panorama se ha revertido, enfrentándonos ahora al desafío no ya, solamente, de fundar racionalmente nuestros proyectos de manejo de los recursos sino de hacerlo, ahora, sobre una teoría ecológica más depurada.

En esta presentación se discute entre otras la idea de equilibrio, señalándose la responsabilidad de los factores del ambien-

te en el condicionamiento de los ecosistemas. La heterogeneidad espacial del hábitat junto a su estocasticidad temporal resultan elementos decisivos en la organización y reorganización de las comunidades, fundamentalmente a través de la determinación de las estrategias bionómicas exitosas en un lugar y momento dado. En este contexto el equilibrio es considerado como la resultante del proceso de interacción que se establece entre la variabilidad genética y la variabilidad ecológica, o, como lo señalara Hutchinson, como la obra de la evolución representada en el tablado de los ecosistemas. Desde este enfoque, hay que convenir con May que la evolución es un juego existencial donde el premio para los que ganan es seguir jugando, de lo que parte conjeturarse que los ecosistemas evolucionan en la dirección y el sentido de ser tan ricos y complejos como les resulte tolerable o compatible con la persistencia de las especies que los integran.

La sucesión, por su parte, tomada como un proceso determinista y orientado, parece una versión demasiado rígida para que la naturaleza la adopte como estrategia excluyente que le permite alcanzar la utópica organización climácica. Este pretendido desenlace, no exento de cierta fatalidad, conduce a notorias inconsistencias cuando se analizan situaciones concretas. En nuestros días la aplicación del álgebra de matrices en el análisis, simulación y manejo de bosques y pastizales han enriquecido la teoría de Clements, persuadiéndonos sobre el hecho de que la sucesión opera dentro de una amplia gama de patrones. En este punto la teoría de la competencia y la predación, que también habían llevado a la altura de dogma o teorema fundamental al "principio de exclusión competitiva", jugaban un papel predominante. Ahora, tras el riguroso análisis formal y experimental de los estrictos supuestos de los modelos de Vol-

* De esta conferencia se publica sólo el resumen.

terra-Lotka, hemos aprendido no sólo por qué las especies se excluyen —dando lugar a reemplazos sucesionales— sino también por qué coexisten dentro de una misma serie elementos que superponen sus nichos fundamentales, al menos en parte.

La diversidad, como estimador del nivel informacional alcanzado por una determinada organización comunitaria, también ha perdido algo del carácter mágico que ostentara en la década del sesenta. Ya no se la ve ligada unívocamente a la estabilidad de los ecosistemas; antes que eso, se la relaciona con variaciones en la velocidad con que operan los procesos de desplazamiento competitivo, que terminan por decidir por qué hay tantos (o tan pocos) animales (y plantas).

Por último, está la sección de estabilidad. Este concepto, asociado por Elton a la complejidad trófica de las cadenas alimentarias, también alcanzó la categoría de mito. Es en relación a la estabilidad donde los desarrollos teóricos encontraron un fértil terreno de aplicación, siendo notables en tal sentido las contribuciones hechas por investigadores con fuerte formación físico-matemática. La formalización de conceptos tales como estabilidad global, estabilidad local, comportamiento teórico o matriz comunitaria, son algunos de sus principales logros. En el terreno aplicado, estos estudios nos dejan la paradoja del enriquecimiento de Rosenzweig o la intuición clara de que altos grados de complejidad y diversidad

deben ser tenidos como signos de fragilidad potencial frente a disturbios, ideas de por sí centrales en el manejo de los recursos naturales.

Una proyección deseable de toda teoría es que concorra a dar un marco de referencia apropiado para fundar la toma de decisiones prácticas. A la inversa, un requerimiento ineludible para toda técnica que procure superar una etapa de mero empirismo, consiste en preocuparse por comprender los fenómenos, factores o procesos que maneja o que pone en juego. En definitiva, si el manejo de los recursos biológicos de la naturaleza conlleva intervenciones tales que significan la introducción de crisis de inestabilidad en los ecosistemas, sin duda éstos habrán de experimentar procesos de cambio —cíclicos o direccionales— para acomodarse a las nuevas situaciones. La ecología cuenta con modelos conceptuales en distinto grado de elaboración y que responde a diferentes concepciones teóricas para interpretar estos fenómenos, algunos de los cuales están lo suficientemente desarrollados para ser usados como herramientas de trabajo. Estos modelos, independientemente de su naturaleza, representan aproximaciones de la realidad con las que pretendemos capturar parte de su esencia ignorando en gran medida el resto, a pesar de lo cual nuestra capacidad para manejar racionalmente los ecosistemas reposa en la posibilidad de contar con tales modelos, siempre y cuando resulten válidas las profecías que aventuramos con su ayuda.

Usos de la teoría ecológica en la mantención de ecosistemas con alta diversidad de especies*

GORDON H. ORIAN

Instituto de Estudios Ambientales
Universidad de Washington
Seattle, Washington, EE.UU.

Las otras especies de organismos vivos que comparten con nosotros el planeta Tierra enriquecen nuestras vidas de muchas maneras. Los organismos vivos nos proporcionan todo nuestro alimento y gran parte de nuestras vestimentas, materiales de construcción, fármacos y biocidas. Además, nos enriquecemos estéticamente al vivir entre ellas y observarlas. Aunque es difícil proporcionar estimaciones cuantitativas, la mayoría de la gente está de acuerdo en que la calidad de la vida está relacionada de cierta manera con el número de tipos de especies con las cuales podemos interactuar. Y, sin embargo, esta misma riqueza de especies está siendo amenazada por la actividad humana a una escala sin precedentes en la historia. La combinación de altas tasas de crecimiento de las poblaciones humanas en la mayoría de las partes del mundo y el creciente uso de energía per cápita, está produciendo un impacto cada vez mayor sobre las otras especies, el que muy bien podría resultar en la eliminación de más de un millón de especies dentro de los próximos 50 años (Myers, 1979, 1980). Además, a medida que los ambientes en que viven las aves y mamíferos mayores se convierten en reductos aislados y pequeños, es probable que las poblaciones de muchas especies lleguen a ser demasiado pequeñas como para continuar evolucionando. Es posible que la evolución de los grandes vertebrados en muchas partes de la Tierra se detenga por primera vez desde que éstos aparecieron sobre el planeta (Wilcox, 1980). Por lo tanto es importante establecer medidas para preservar tanto como sea posible de la riqueza genética de la Tierra. Una acción efectiva requerirá una comprensión de las causas de la riqueza de especies, la variedad de técnicas de conservación de que disponemos, y los medios

por los cuales podemos manejar parques y reservas para mantener más especies que las que habría si se las dejara expuestas a los procesos naturales de inmigración y extinción. En este trabajo, analizaré en orden, cada uno de los tres problemas.

Las causas de la riqueza de especies

La causa última de la riqueza de especies son los procesos evolutivos de especiación. El conjunto de especies disponibles para colonizar hábitats en cualquier región particular depende de la cantidad de especiación que ha ocurrido en esa región y de la velocidad a la cual las especies llegan desde otras áreas. La cantidad de especiación esperada en cualquier área está relacionada con su tamaño, con la diversidad de hábitats que contiene, con las oportunidades para que se establezcan poblaciones aisladas en las cuales la selección natural pueda ajustar a los organismos a sus ambientes específicos sin interferencia por flujo de genes desde otras regiones, y con la edad del área. La velocidad a la cual llegan organismos desde otras áreas depende de la distancia entre el área de destino y de origen, y del tamaño del área de destino. Claramente, las velocidades de llegada son muy dependientes del taxón de organismos que se está considerando, debido a que diferentes grupos son afectados muy diferentemente por barreras de diversos tipos. Por ejemplo, los mamíferos, con excepción de los murciélagos, no se dispersan bien a través de barreras de agua, mientras que la mayoría de los grupos de pájaros sí lo hace. Los problemas de los tamaños totales de los conjuntos de especies están recibiendo cuidadosa atención por parte de ecólogos y paleontólogos, pero no son la preocupación principal del presente ensayo.

* El Editor agradece a Juan Carlos Torres por su contribución a la traducción del manuscrito original de esta Conferencia.

Más bien prefiero dar por sentados los tamaños de los conjuntos de especies y considerar como se determina la riqueza de especies bajo esas restricciones.

La teoría básica de la riqueza de especies fue formulada por primera vez por MacArthur y Wilson (1963). Estaba basada en la observación de que las islas con menos especies que los territorios continentales adyacentes tenían, sin embargo, la misma densidad de individuos que se observaba en el continente. Esto es, las especies en las islas son en promedio suficientemente más comunes que aquellas del continente, a tal punto que las densidades totales llegan a ser similares. Por lo tanto, a medida que aumenta el número de especies en un área, disminuye el tamaño poblacional promedio y las tasas de extinción aumentan. Mirando el otro lado de la ecuación, que se refiere a invasiones de nuevas especies, cuando un área está vacía, cada colonizador pertenece a una nueva especie; pero a medida que aumenta el número de especies residentes, la fracción de colonizadores que llegan y que pertenecen a especies que aún no están allí disminuye hasta que el área de destino contiene a todas las especies encontradas en el área de origen, al punto que ninguno de los colonizadores que llega es miembro de una nueva especie. Estas premisas están graficadas en la Figura 1, en la que se indica el número del equilibrio de especies para islas cercanas y lejanas, grandes y pequeñas.

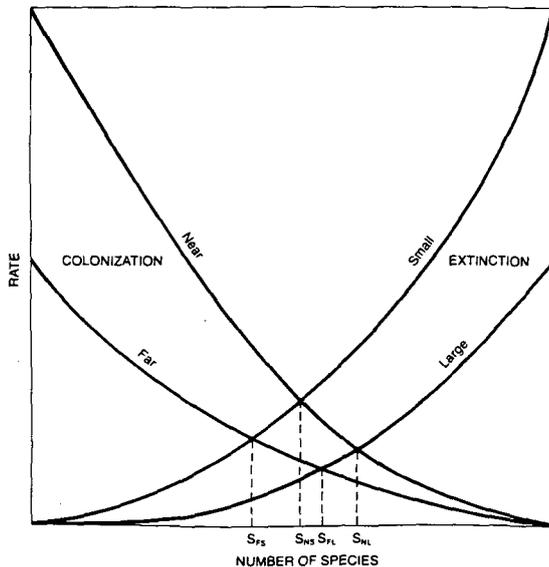


Fig. 1: Teoría del equilibrio biogeográfico de islas, según MacArthur y Wilson. Se indica el número de equilibrio de especies S ; para islas cercanas (Near, N), lejanas (Far, F), grandes (Large, L) y pequeñas (Small, S).

MacArthur y Wilson desarrollaron originalmente su teoría para islas oceánicas, pero se pueden plantear argumentos similares para islas de hábitats en el continente (Janzen, 1968, 1973). La diferencia principal es que los hábitats intermedios no son tan altamente inadecuados para la dispersión de individuos como lo es el océano; por lo tanto, los colonizadores que tengan que detenerse en la ruta son más propensos a sobrevivir al menos por un corto período de tiempo en un hábitat continental que no es de su preferencia, que si una especie terrestre aterrizara en el océano. Por lo tanto, las tasas de inmigración para la mayoría de los grupos animales son probablemente mayores en "islas" continentales que en islas oceánicas.

Es de cierto interés determinar cuán rápidamente las islas alcanzan su número de equilibrio de especies. Existe evidencia para el caso de colonización de islas oceánicas que fueron defaunadas por erupciones volcánicas. Por ejemplo, toda la vida de la isla de Krakatoa fue eliminada por una violenta erupción en 1883. Desde entonces, la isla ha sido visitada por muchos naturalistas que han registrado los números y tipos de especies que han observado (Dammerman, 1948). Para las aves, que son el grupo mejor documentado, Krakatoa había llegado al número esperado de especies para una isla de su tamaño y distancia del área de colonización, a los 40 años después de la erupción (MacArthur y Wilson, 1968). Wilson y Simberloff (1969) defaunaron experimentalmente pequeñas islas de manglares en los Cayos de Florida y observaron directamente la tasa de colonización de esas islas por parte de artrópodos. Encontraron que las especies se acumulaban rápidamente, pero que las especies particulares que se encontraban en estos nuevos conjuntos no eran las mismas que estaban originalmente presentes (Simberloff y Wilson, 1969, 1970), aún cuando los números de especies en diferentes niveles tróficos eran similares a los originales.

Se han creado otros tipos de islas mediante plantaciones agrícolas en regiones donde no eran nativas y donde durante los primeros años no había insectos que las consumieran. Los datos disponibles sobre la tasa de acumulación de especies de insectos en plantas agrícolas no nativas sugieren que las especies se acumulan muy rápidamente dentro de unas pocas décadas y que el número que se encuentra está fuertemen-

te relacionado con el número de acres plantados con ese cultivo en la región (Strong, 1964; Strong, McCoy y Rey, 1967). Las Figuras 2 y 3 muestran las tasas de acumulación de especies en caña de azúcar y cacao. Sin embargo, debido a que hay otros datos

que sugieren que las especies pueden seguir acumulándose en especies de plantas por periodos mucho más largos de tiempo (Southwood 1961), se necesita mucho más estudio antes de clarificar este problema.

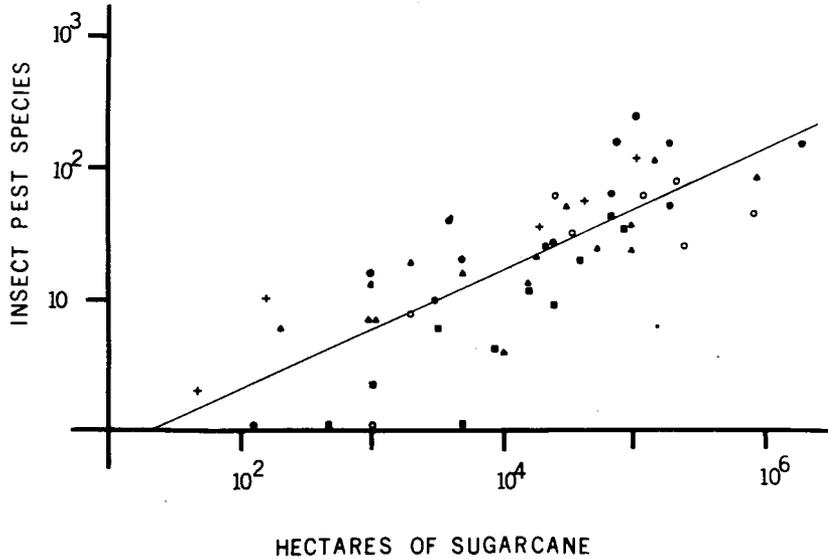


Fig. 2: Número de especies de insectos en plantaciones de caña de azúcar (Strong et al., 1977). En la abscisa, la superficie de caña en hectáreas; en la ordenada, el número de especies de plagas de insectos.

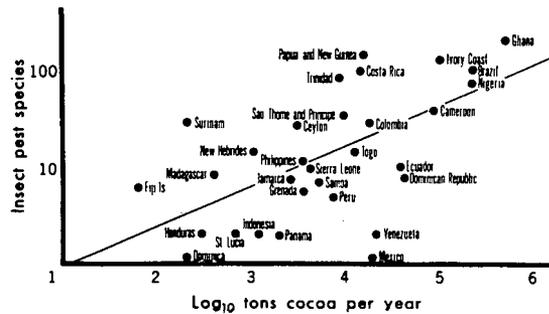
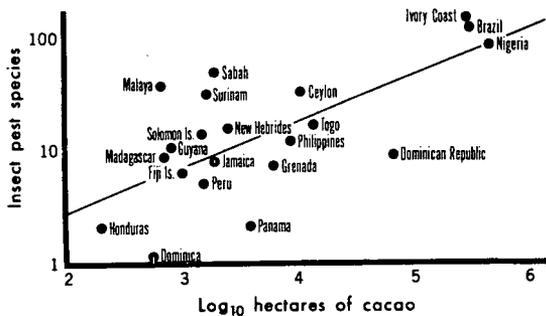


Fig. 3: Número de especies de insectos en plantaciones de cacao (Strong, 1974). En las abscisas, respectivamente, superficie y toneladas por año; en las ordenadas, número de especies de plagas de insectos.

Si bien la teoría del equilibrio de la biogeografía de islas proporciona predicciones generales acerca del número de especies que a veces coinciden razonablemente bien con patrones observados en la naturaleza, no proporcionan ninguna explicación detallada de los factores que determinan los números esperables en cualquier área en particular. Para enfocar este problema se requiere de hipótesis acerca de cómo compiten las especies entre sí y cómo evitan los predadores.

Se ha prestado considerable atención a la competencia entre especies y cómo ésta po-

dría limitar el número de especies que pueden vivir juntas. Hay unas pocas teorías que intentan predecir la cantidad máxima de traslapamiento que sería posible entre especies competidoras que coexisten (May y MacArthur, 1972; MacArthur y Levins, 1967; MacArthur, 1969), pero todas ellas son muy generales y sólo pueden ser utilizadas cuando los recursos son ordenables linealmente, lo que restringe grandemente su utilidad como hipótesis contrastables directamente. Los ecólogos de terreno han encontrado más provechoso examinar patrones de ri-

queza de especies y de correlacionarlos con patrones de disponibilidad y constancia de los recursos.

Para las aves se puede predecir mejor el número de especies en un hábitat para una amplia variedad de hábitats, a partir del conocimiento del perfil de altura del follaje, esto es, la distribución vertical de las hojas (MacArthur y MacArthur, 1961; MacArthur y Preer, 1962; Recher, 1969). Si se mantiene constante el perfil, el cambiar el número de especies de árboles no parece hacer mucha diferencia (Orians, 1969). Los hábitats tropicales tienen más especies que los hábitats templados con el mismo perfil, y las islas tienen menos (MacArthur, Recher y Cody, 1966; Yeaton, 1974). Las razones para estas correlaciones no son muy claras, pero es probable que el perfil del follaje sea un determinante poderoso del número de maneras con que un pájaro puede buscar alimento en un ambiente y del número de tipos diferentes de presa que pueden estar presentes.

Las causas de la riqueza de especies de insectos se conocen muy poco y los núme-

ros muy grandes de especies implicadas hace muy probable que tome muchos años el identificar las causas principales. Sin embargo, se ha dado un paso interesante al identificar el papel de la estructura de las plantas en el número de especies de herbívoros que las comen. La estructura de una planta determina el número de tipos de escondites que proporciona para los insectos. La variedad de escondites presente es muy importante para los insectos, porque éstos son muy vulnerables a predadores y porque un componente importante de sus defensas depende de su capacidad de confundirse con el fondo donde se encuentran. Schultz (1978) encontró que el número de especies de insectos herbívoros en matorrales del desierto de Arizona y noroeste de Argentina estaba fuertemente correlacionado con la diversidad de escondites proporcionados por las plantas (Figura 4). En este sistema, los predadores de estrategia visual, responsables primordialmente de esta correlación, eran las aves y Schultz fue capaz de demostrar en experimentos con pájaros en aviarios que los insectos que no se confunden

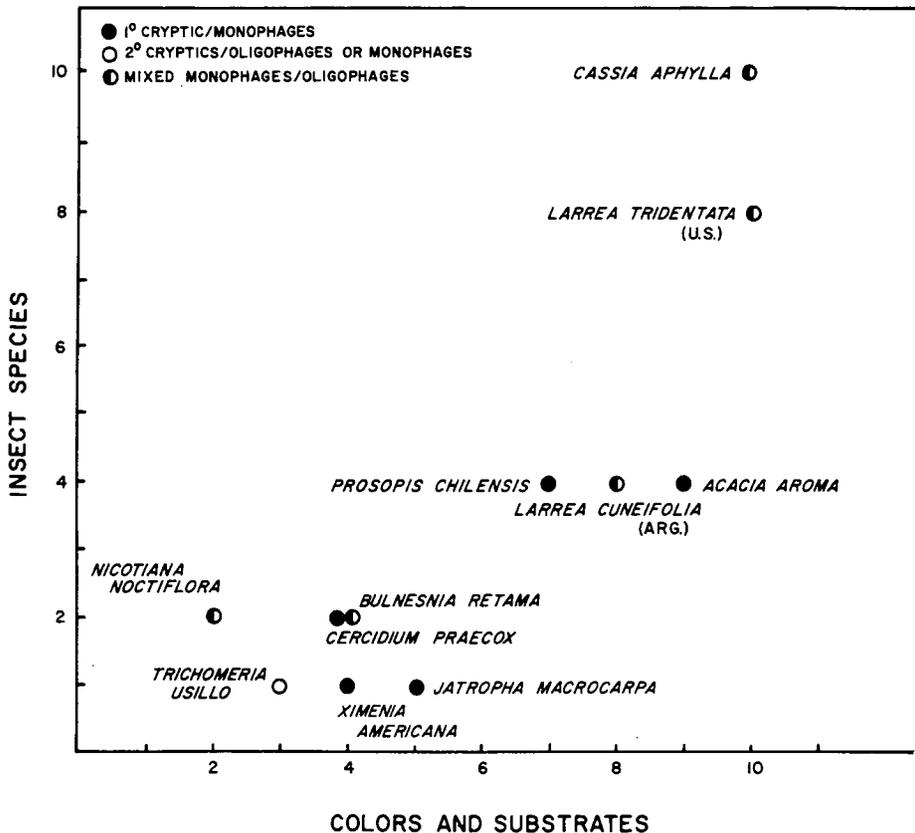


Fig. 4: Relación entre las medidas de estructura de plantas y el número de especies de herbívoros asociados (según Schultz). Para discusión ver texto.

bien con el fondo eran capturados mucho más rápidamente por las aves, que los insectos que lograban confundirse con el fondo. Más recientemente ha obtenido evidencia de que se da un patrón similar entre insectos de árboles deciduos del este de los Estados Unidos (Schultz, comunicación personal). Está aún por determinarse si esto resulta ser un fenómeno general.

Métodos para conservar la riqueza genética

Idealmente nos gustaría destinar suficientes áreas de parques y reservas como para garantizar la supervivencia de todas las especies vivientes y dar oportunidades para su evolución futura. Esta meta no es posible, sin embargo, debido a que se pueden demostrar los efectos insulares sobre la riqueza reducida de especies en, incluso, islas grandes (Figura 5). Además la evidencia en diversos grupos de plantas y de animales muestra que el área necesaria para que ocurran los procesos de especiación es mucho

mayor que incluso aquella de los más grandes parques nacionales existentes (Figura 6). Es muy baja la probabilidad de que alguna vez se establezcan parques suficientemente grandes como para permitir la evolución futura de estos grupos.

Por lo tanto, necesitamos desarrollar y usar con sabiduría una diversidad de métodos para preservar los recursos genéticos. La diversidad de técnicas actualmente disponibles para nosotros se puede apreciar en la Tabla 1, junto con las capacidades y limitaciones de cada una de ellas. Como se puede observar de esta Tabla, hay una correlación general entre el costo de la técnica y los beneficios que de ella podemos derivar. Así, en un extremo, determinados genes y los productos que son capaces de catalizar pueden ser conservados por largos períodos de tiempo a muy bajo costo. Sin embargo, al preservar una sección del genoma o incluso el genoma completo de un organismo, no podemos, con la tecnología actual, recrear el organismo completo. Para conservar organismos enteros, es necesario conservar semillas, esporas o pequeñas poblaciones capaces de reproducirse. Esto es más costoso y depende mucho más de la estabilidad social y política, debido a que un solo evento puede destruir décadas de labor. La propagación en cautiverio es un proceso caro y los recursos actuales de los zoológicos y jardines botánicos son suficientes para mantener sólo una fracción pequeña de especies que están o estarán en peligro de extinción (Conway, 1980, Senner, 1980).

Todas estas técnicas tienen su papel adecuado en la conservación de la riqueza de especies; por ejemplo, hay sin duda muchas especies tropicales de arbustos del sottobosque capaces de sintetizar moléculas únicas en su género que pueden ser de uso futuro para drogas o pesticidas. Si es imposible mantener poblaciones cautivas o silvestres de todas esas especies, sería razonable almacenar partes o todos sus genomios para preservar la capacidad de sintetizar aquellos compuestos. En cuanto a los parientes silvestres de plantas de importancia comercial, necesitamos mantener la capacidad de producir adultos reproductivos de esas especies, de manera que se pueda introducir nuevo material genético en las variedades cultivadas. Ya se ha demostrado ampliamente el valor de genes que se encuentran en especies silvestres que confieren resistencia a pestes específicas o tolerancia a cam-

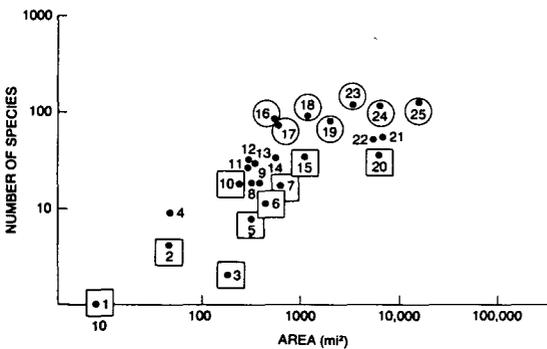


Fig. 5: Número de especies de aves en islas del Pacífico (según MacArthur y Wilson, 1963). Para explicaciones ver texto.

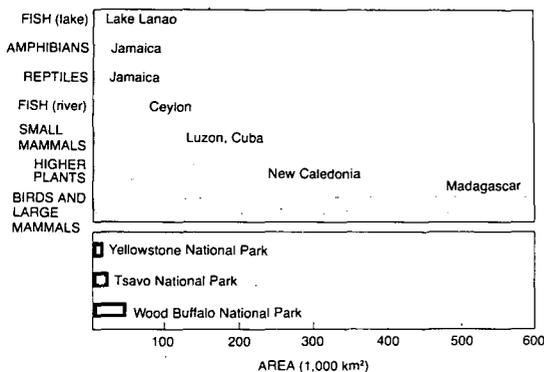


Fig. 6: Área mínima para la formación de especies nuevas de varios grupos de organismos (peces en lagos, anfibios, reptiles, peces de ríos, pequeños mamíferos, plantas superiores, aves y grandes mamíferos).

TABLA 1
Métodos de preservación de recursos genéticos, sus ventajas, desventajas y costos

Materiales Preservados	Método	Ventajas	Desventajas	Observaciones
Genes Individuales	DNA, Recombinante.	Estable; escasa mantención; se requiere pequeñas cantidades de materiales; fácilmente recuperable.	Identificación difícil de los genes usados. Imposibilidad de reconstruir organismos completos.	Almacenamiento muy vulnerable a las interrupciones de energía.
Células/Tejidos	Criopreservación.	Muchos organismos pueden ser almacenados; se requiere pequeñas cantidades de material.	Altos costos de mantención.	Depende mucho de la confiabilidad de la energía.
	Desecación.	Bajos costos de mantención.	Un espectro limitado de materiales puede ser guardado.	
	Formas naturales de almacenamiento (semillas, esporas).	Bajos costos de mantención.	Pocos materiales pueden ser guardados.	
Organismos	Zoológicos y <i>arboreta</i> .	Pueden mantenerse organismos completos y poblaciones reproductivas.	Costos de mantención muy elevados. Graves problemas de endogamia.	Altamente dependiente de la estabilidad política.
Ecosistemas	Parques y Reservas.	Mantención de la interacción entre los organismos.	Costos de mantención muy altos. La extinción se produce incluso en las grandes Reservas.	Altamente vulnerables.
Potencial evolutivo	Sistemas de Reservas.	Unico método para mantener procesos evolutivos en muchas especies.	Máximas demandas de espacio; se requiere de manejo intenso.	

bios climáticos particulares (Ehrenfeld, 1970; Harlan, 1975; Heslop-Harrison, 1974).

En vista de la disminución general y alarmante de la diversidad genética de las plantas agrícolas más importantes, el valor de los parientes silvestres crecerá con seguridad en el futuro. En forma similar, en la medida que cambiemos desde los pesticidas persistentes sintéticos y de amplio espectro, al uso de compuestos efímeros que afecten organismos determinados y no otros, es muy probable que aumente el papel de los compuestos tóxicos derivados de especies que aún no han sido explotadas.

Dado el hecho de que los recursos disponibles para conservar especies por cualquiera de estas técnicas son limitados, y continuarán siéndolo, necesitamos desarrollar algunos criterios mediante los cuales podamos establecer prioridades para la conservación de especies. Algunas sugerencias preliminares para tales criterios incluirían: a) *taxonómicos*: especies que son muy singulares deberían recibir alta prioridad, debido a que con seguridad contienen información genética no presente en ninguna otra especie y es probable que sus genes sean, además, tan diferentes, que la probabilidad de que sean producidos por cambios mutacionales de genes existentes de otros organismos, es muy baja. Por otro lado, deberíamos tener especial cuidado de conservar a los parientes cercanos de las plantas y animales domésticos, porque es muy probable que sus genes sean incorporados en forma útil en las especies ya domesticadas; b) *probabilidad de producir nuevas drogas, fármacos y biocidas*: los productos químicos con los cuales los organismos vivos se defienden de sus propios predadores y parásitos son muy diversos (Levin, 1976, McKay, 1979), pero estamos empezando a reconocer patrones en las defensas químicas de, al menos, las plantas (Cates y Orians, 1975, Rhoades y Cates, 1976). Así podemos anticipar dónde encontraremos agentes acomplejadores de proteínas, toxinas agudas, etc. También somos capaces de reconocer grupos de organismos que parecen basarse en tipos particulares de compuestos químicos y son por lo tanto capaces de juzgar la naturaleza de compuestos que se encuentren en otras especies en el mismo grupo, aún no estudiadas. Los miembros de familias cuyas especies conocidas son malas fuentes de tales productos químicos podrían por lo tanto recibir más baja prioridad que los miembros de familias ricas en moléculas interesantes.

Aun cuando se está haciendo gran progreso en esta área, todavía ignoramos la química defensiva de la mayoría de las especies de plantas. Por lo tanto se debería dar una alta prioridad a hacer rápidos estudios de especies en áreas donde se esperan tasas de extinción altas durante las próximas décadas, para obtener tan rápidamente como sea posible información que sea útil en decidir qué especies deberían recibir la primera atención en programas de preservación.

El manejo para la supersaturación de especies

Las reservas y parques más grandes son aún demasiado pequeños para mantener a todas las especies que contendrían si fueran partes de áreas mayores en las cuales las plantas y animales puedan vivir libremente. De hecho, las tasas de extinción proyectadas para mamíferos en parques grandes son inquietantemente altas (Figura 7). Esto significa que si deseamos mantener más especies que las que persistirán si se deja que los procesos naturales sigan su curso, tendremos que intervenir utilizando la mejor información ecológica de que disponemos para mantener un estado de "supersaturación de especies". La teoría de la riqueza de especies, brevemente delineada en párrafos anteriores, proporciona la base para el desarrollo de tal programa de manejo.

El número de especies en un área es el resultado de la tasa de inmigración de nuevas especies y la tasa de extinción de las ya presentes. Las técnicas de manejo deben, por lo tanto, considerar ambas tasas y manipularlas de tal forma que el equilibrio sea mayor que si no hubieran sido manipuladas. Básicamente deseáramos incrementar la tasa de flujo de individuos entre parques y reservas y reducir la tasa de extinción dentro de cada reserva. Hay varias técnicas de manejo disponibles para manipular estas tasas.

La técnica más obvia es el diseño mismo de las reservas. Algunos de los factores más importantes que afectan el diseño de reservas y el tamaño, número y dispersión de reservas, que serían ideales para enfrentar cada uno de estos factores, se muestran en la Tabla 2. La Tabla demuestra lo que ya sabíamos, en todo caso, que mientras más reservas tengamos y mientras más grandes ellas sean, tanto mejor. Sin embargo, los ecólogos son rara vez consultados cuando se establecen parques y reservas, y otros

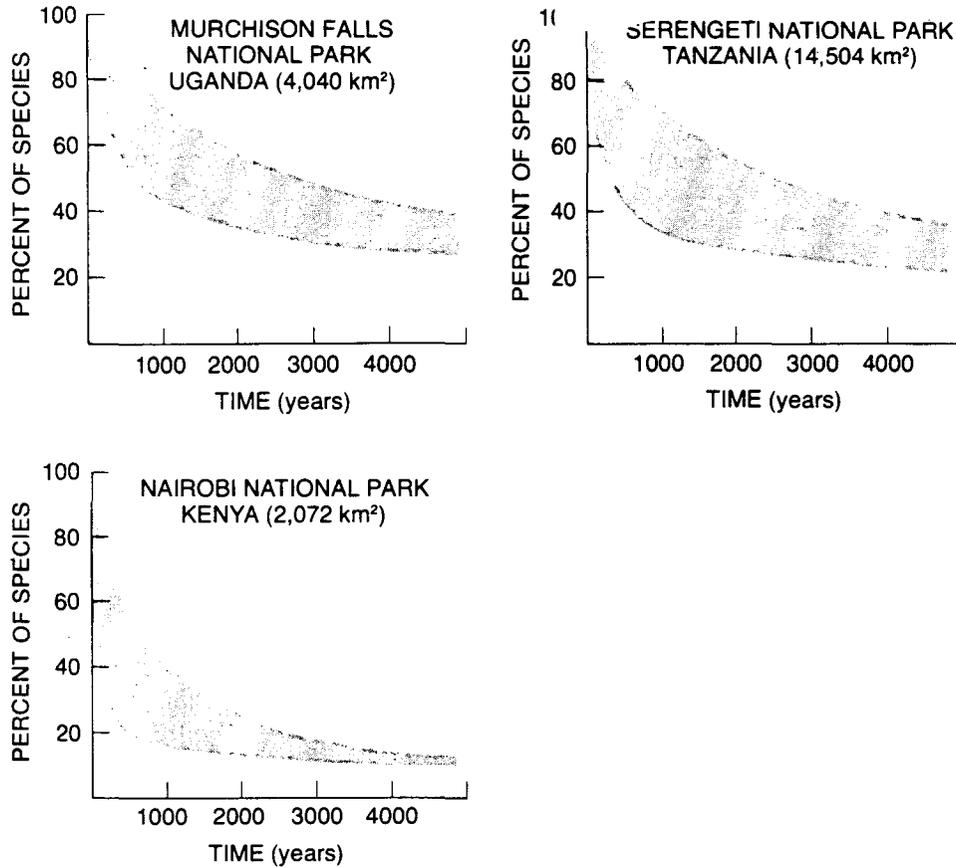


Fig. 7: Número de especies de grandes mamíferos esperables a distintos tiempos en parques nacionales de África (Soulé et al., 1979). Tiempo (años) en la abscisa; porcentaje de especies en la ordenada.

factores generalmente dominan aquellas decisiones. Por lo tanto, los ecólogos están enfrentados con el problema de obtener lo mejor de reservas menos que ideales (Gilbert 1980).

TABLA 2

Componentes de la Planificación de Reservas

Factor	Características de las Reservas Ideales		
	Número	Tamaño	Dispersión
Enfermedades	mucho	grandes	dispersos
Genética poblacional	mucho	grandes	—
Diversidad específica	mucho	grandes	mucho intercambio
Futuro evolutivo	mucho	grandes	intercambio moderado
Utilidad para estudios científicos	mucho	—	—
Uso por el hombre	mucho	grandes	dispersos

Además de aumentar las tasas de inmigración, teniendo parques y reservas no demasiado separadas y proporcionando corredores entre ellas a lo largo de los cuales se puedan dispersar los organismos, puede ser necesario establecer programas de intercambio deliberado de individuos entre diferentes unidades en un sistema de parques y reservas. Tales intercambios ayudarían a contrarrestar el efecto adverso del intracruzaamiento en poblaciones pequeñas (Senner 1980) y podrían usarse para incrementar el número de individuos en aquellas poblaciones donde, por cualquier razón, los números se han reducido a niveles peligrosamente bajos. Como las poblaciones locales son vulnerables a exterminio por eventos puramente locales, como inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas y brotes de enfermedades, puede ser necesario el control continuo de las poblaciones de las reservas para determinar las épocas óptimas del inicio de intercambios de individuos.

Hasta la fecha tenemos muy poca experiencia con esta forma de manejo, porque hasta ahora la mayor parte de la atención se ha puesto correctamente en el destinar áreas más que en su subsecuente manejo.

Una segunda forma de manejo implica un conocimiento ecológico más detallado de las redes alimenticias. Se está haciendo cada vez más obvio que la riqueza de especies en muchos ecosistemas depende de la presencia y actividades de lo que Paine (1966) ha denominado 'especies-claves'. En los ecosistemas marinos estas especies son generalmente carnívoros de la cima cuyas actividades predatorias dejan sitios disponibles para la colonización por especies que de otra manera quedarían eliminadas por los competidores dominantes por espacios (Paine 1969, 1976). En las comunidades terrestres otros tipos de especies pueden funcionar como claves, pero sabemos menos acerca de ellas. Gilbert (1979) ha sugerido que los dispersadores de frutos pueden ser especialmente importantes para la persistencia de muchas especies de plantas en bosques tropicales y que el manejo de estos bosques debe basarse en esfuerzos especiales para mantener estas interacciones tróficas. Él sugiere que la pérdida de uno de estos dispersadores-claves puede resultar en la pérdida de muchas especies de plantas y con ella muchos animales que dependen de su existencia. También señala que puede no ser obvio —sin un estudio considerable— qué especies son realmente las claves en mantener las interacciones biológicas.

Un problema central en el manejo trófico de las comunidades terrestres, son las plantas y sus polinizadores y dispersadores de semillas. Como organismos dominantes en los ambientes terrestres, pero que están enraizados a un punto como adultos, las plantas son especialmente dependientes de las interacciones con animales para su supervivencia a largo plazo. También, debido a que las plantas leñosas viven tanto tiempo, puede no ser obvio por muchas décadas que una planta se está extinguiendo, a menos que uno esté observando su dinámica poblacional y descubra que el reclutamiento está fallando.

Como una primera etapa en el diseño de esquemas de manejo de redes tróficas es necesario reunir información sobre los polinizadores y dispersadores de semillas de tantas especies de plantas como sea posible y enseguida realizar experimentos limitados para determinar si las plantas son depen-

dientes únicamente de uno o un grupo pequeño de animales o si la pérdida de una especie resultará simplemente en que otras tomarán su papel. De valor particular en estos estudios son los lugares donde una o más de las especies que parecen ser importantes en esas interacciones están ausentes. Las islas de hábitats y las islas oceánicas son importantes sitios a este respecto.

La tercera forma de manejo es el uso creativo de perturbaciones. Se cree que las especies-claves producen sus efectos a través de perturbaciones, pero otras formas de perturbación afectan también fuertemente la riqueza de especies. Si sabemos cómo afectan estas perturbaciones a las interacciones entre especies, puede ser posible utilizarlas como herramientas de manejo. Por ejemplo, se sabe ahora que la mayoría de las especies de los bosques tropicales húmedos requieren perturbación a gran o pequeña escala para la germinación exitosa y el crecimiento (Hartshorn, 1978). Hay muchas causas de aperturas en los doseles de bosques, incluyendo las tormentas de viento, los incendios y los deslizamientos de tierras, pero probablemente las más importantes son aquellas provocadas por las caídas de los árboles mismos. La caída de un solo árbol crea una brecha que es internamente heterogénea. Es útil dividir estas brechas en zonas de raíz, tronco y corona, debido a que las condiciones en estas tres zonas son, en promedio, muy diferentes (Orians, en prensa). En las zonas de raíz, el suelo mineral desnudo queda expuesto, hay una gran cantidad de perturbación a la superficie del suelo y se destruye la competencia entre raíces. En la zona del tronco, excepto donde aterriza el tronco mismo, no hay perturbación del suelo, las plantas del sottobosque permanecen intactas y los niveles de luz en la superficie del suelo no se elevan mucho. En la zona de la corona, virtualmente todas las plantas del sottobosque son destruidas por los restos que caen y hay una fertilización masiva en forma de hojas, ramas, enredaderas y epifitas. En suelos tropicales pobres en nutrientes, estos fertilizantes pueden ser especialmente significativos. Con dos colegas he estado estudiando el papel de las brechas de la caída de un árbol en bosques húmedos de Costa Rica y hemos descubierto que la composición de especies de plántulas en las tres zonas de la brecha son en efecto notablemente diferentes (Figura 8).

Una zona de raíz en una brecha es más

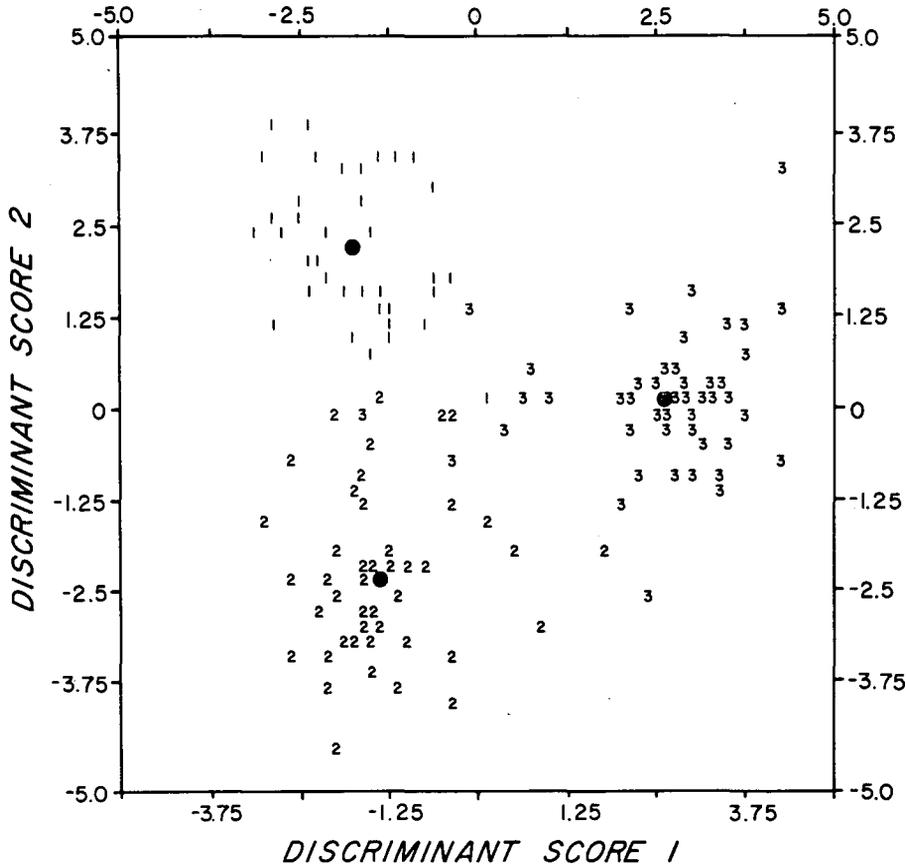


Fig. 8: Análisis del factor mostrando la composición de especies de plántulas en las zonas de raíces, troncos y copas en aberturas producidas por caída de árboles en bosques pluviales de Costa Rica (según Brandani y Orians, inéditos) (para explicaciones ver texto).

similar a la zona de raíz de otra brecha que lo que lo es a la zona de tronco de la misma brecha, aunque esperaríamos que fueran más similares debido a que la adición de semillas dentro de una brecha debería ser más similar que la adición de semillas entre brechas. También tenemos evidencia de que se dan patrones similares en los suelos muy pobres de nutrientes de San Carlos de Río Negro, en el sur de Venezuela (Brandani, en preparación).

Una vez que sepamos qué condiciones de las brechas favorecen a qué especies de árboles, será posible manipular las brechas para aumentar algunas especies a costa de otras. Esto puede ser necesario para preservar especies muy escasas que de otra manera se extinguirían en reservas pequeñas. Debería ser posible disminuir las abundancias de algunas de las especies más comunes sin amenazar su existencia futura, con el fin de aumentar la probabilidad de mantener especies escasas.

Chile carece de bosques tropicales húme-

dos, pero muchas de las comunidades de matorral son muy ricas en especies de plantas leñosas y es posible que procesos similares, o relacionados, sean responsables de la mantención de la riqueza de especies, también en esos ecosistemas. Además, las comunidades intermareales y submareales de Chile son especialmente ricas en especies, mientras que al mismo tiempo son muy vulnerables a las perturbaciones de origen humano. Una mejor comprensión del papel de la perturbación en esas comunidades puede ser muy importante para su futuro manejo.

Conclusiones

Estamos en peligro de perder más especies de organismos durante los próximos cincuenta años que las que jamás se han perdido en un período comparablemente corto desde el inicio de la vida. Hay razones para considerar esta pérdida de recursos genéticos como un problema muy serio para el futuro estético y económico

de nuestras especies. Si bien es improbable que seamos capaces de evitar que muchas especies se extingan, los esfuerzos rápidos y bien enfocados pueden ayudar a reducir las tasas de extinción y a darnos más opciones en el futuro. Esta es una tarea que puede hacer uso de las fronteras del conocimiento y conceptos ecológicos. No hay actividad más importante para el ecólogo moderno que la dedicación de, al menos, parte de sus esfuerzos profesionales al problema de la mantención de la riqueza de especies.

REFERENCIAS

- CATES, R.G., ORIAN, G.H. (1975). Successional status and the palatability of plants to generalized herbivores. *Ecology* 56: 410-418.
- CONWAY, W.G. (1980). An overview of captive propagation. In: Soulé, M.E. and B.A. Wilcox (eds.). *Conservation Biology*. Sinauer, pp. 199-208.
- DAMMERMAN, K.W. (1948). The Fauna of Kradatau 1883-1933. *Verhandel. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. Afdel. Natuurk.* 44: 1-594.
- EHRENFELD, D.W. (1970). *Biological Conservation*. Holt, Rinehart and Winston, N.Y.
- GILBERT, L.E. (1979). Development of Theory in the Analysis of Insect-Plant Interactions. In: Horn, D., R. Mitchell and G. Stairs (eds.) Ohio State U. Press. Columbus.
- GILBERT, L.E. (1980). Food web organization and the conservation of neotropical diversity. In: Soulé, M.E. and B.A. Wilcox (eds.) *Conservation Biology*. Sinauer, pp. 11-33.
- HARLAN, J.R. (1975). Our vanishing genetic resources. *Science* 188: 618-621.
- HARTSHORN, G.S. 1978. Tree-fall and tropical forest dynamics. In: Tomlinson, P.B. and M.H. Zimmerman (eds.) *Tropical Trees as Living Systems*. Cambridge U. Press, N.Y., pp. 617-638.
- HELOP-HARRISON, J. (1974). Genetic resource conservation: the end and the means. *Proc. Royal Soc. Arts Feb*: 157-169.
- JANZEN, D.H. (1968). Host plants as islands in evolutionary and contemporary time. *Amer. Natur.* 102: 592-595.
- JANZEN, D.H. (1973). Host plants as islands. II. Competition in evolutionary and contemporary time. *Amer. Natur.* 107: 786-790.
- LEVIN, D.A. (1976). The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. *Ann. Rev. Ecol. and System.* 7: 121-160.
- MACARTHUR, R.H. (1969). Species packing, and what interspecies competition minimizes. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 64: 1369-1371.
- MACARTHUR, R.H., LEVINS, R. (1967). The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *Amer. Natur.* 101: 377-385.
- MACARTHUR, R.H., MACARTHUR, J.W. (1961). On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- MACARTHUR, R.H., PREER, J. (1962). On bird species diversity II: Prediction of bird census from habitat measurements. *Amer. Natur.* 96: 167-174.
- MACARTHUR, R.H., RECHER, H.F., CODY, M. (1966). On the relation between habitat selection and species diversity. *Amer. Natur.* 100: 319-332.
- MACARTHUR, R.H., WILSON, O.E. (1963). Theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373-387.
- MACARTHUR, R.H., WILSON, O.E. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton U. Press, Princeton, N.J.
- MCKEY, D. (1979). The distribution of secondary compounds within plants. In: Rosenthal, G.A. and D.H. Janzen (eds.) *Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites*. Academic Press. pp. 55-133.
- MAY, R.M., MACARTHUR, R.H. (1972). Niche overlap as a function of environmental variability. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 69: 1109-1113.
- MYERS, N. (1979). *The Sinking Ark*. Pergamon Press. 307 pp.
- MYERS, N. (1980). Conversion of Tropical Moist Forests. *Nat. Acad. Sci.* 205 pp.
- ORIAN, G.H. (1969). The number of bird species in some tropical forests. *Ecology* 50: 783-801.
- ORIAN, G.H. In press. The Influence of tree-falls in tropical forests on tree species richness. *Tropical Ecology*.
- PAINE, R.T. (1966). Food web complexity and species diversity. *Amer. Natur.* 100: 65-75.
- PAINE, R.T. (1969). The *Pisaster-Tequila* interaction: prey patches, predator food preferences, and intertidal community structure. *Ecology* 50: 950-961.
- PAINE, R.T. (1976). Size-limited predation: an observational and experimental approach with the *Mytilus-Pisaster* interaction. *Ecology* 57: 858-873.
- RECHER, H.F. (1969). Bird species diversity and habitat diversity in Australia and North America. *Amer. Natur.* 103: 75-80.
- RHOADES, D.F., CATES, R.G. (1976). Toward a general theory of plant anti-herbivore chemistry. In: Wallace, J.W. and R.L. Mansell (eds.) *Biochemical interactions between plants and insects*. Plenum Pub. Corp., pp. 168-212.
- SCHULTZ, J.C. (1978). Competition, predation, and the structure of phytophagous insect communities: A study of convergent evolution. Ph.D. thesis. University of Washington.
- SENNER, J.W. (1980). Inbreeding depression and the survival of zoo populations. In: Soulé, M.E. and B.A. Wilcox (eds.) *Conservation Biology*.
- SIMBERLOFF, D.S., WILSON, E.O. (1969). Experimental zoogeography of islands: The colonization of empty islands. *Ecology* 50: 278-296.
- SIMBERLOFF, D.S., WILSON, E.O. (1974). Experimental zoogeography of islands: A two-year record of colonization. *Ecology* 51: 934-937.
- SOULE, M.E. (1980). Thresholds for survival: Maintaining fitness and evolutionary potential. In: Soulé, M.E. and B.A. Wilcox (eds.) *Conservation Biology*. Sinauer, pp. 151-169.
- SOUTHWOOD, T.R.E. (1961). The numbers of species of insects associated with various trees. *J. Anim. Ecol.* 30: 1-8.
- STRONG, D.R. (1974). Rapid asymptotic species accumulation in phytophagous insects: The pests of cacao. *Science* 185: 1064-1066.
- STRONG, D.R., MCCOY, E.D., REY, J.R. (1977). Time and the number of herbivore species: the pests of sugar cane. *Ecology* 58: 167-175.
- WILCOX, B.A. (1980). Insular ecology and conservation. In: Soulé, M.E. and B.A. Wilcox (eds.) *Conservation Biology*. Sinauer, pp. 95-117.
- WILSON, E.O., SIMBERLOFF, D.S. (1969). Experimental zoogeography of islands: defaunation and monitoring techniques. *Ecology* 50: 267-278.
- YEATON, R.I. (1974). An ecological analysis of chaparral and pine forest bird communities on Santa Cruz Island and mainland California. *Ecology* 55: 959-973.

El matorral en perspectiva biológica*

EDUARDO FUENTES QUEZADA

Facultad de Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad Católica de Chile
Santiago

La idea, cuando se organizaba este Taller, era que, después de haber un par de conferencias generales, se siguiese con una en que se hable de cómo los biólogos vemos el matorral. Luego se desembocaría en los aspectos relativos a los usos ganaderos y forestales.

Me ha correspondido darles la visión biológica del matorral. Es imposible dar la visión biológica del matorral y más aun es hacerlo en una sola hora. Desde hace aproximadamente diez años se ha venido estudiando el matorral. Primero, a propósito de los proyectos de convergencia entre Chile y California y, luego, por medio de numerosos proyectos DIUC, financiados por la Universidad. Ha habido, además, en el último tiempo un proyecto del MAB en que se han profundizado viejas ideas y explorado otras nuevas.

Podría decirse que ha habido al menos 60 personas trabajando en diversos proyectos en el matorral en los últimos 10 años, de manera que es imposible que yo hable de "la" visión biológica del matorral. No hay tiempo para eso, ni tampoco tendría ningún sentido.

Lo que voy a hacer es darles mi visión de hoy del matorral. Como verán, ésta será un compromiso con los usos ganaderos y forestales llamados por el Taller, por un lado; y de mis intereses y debilidades personales por el otro. Observarán ustedes que en mi presentación hay un énfasis desproporcionado en el trabajo de la gente de nuestro grupo.

En mi selección he preferido referirme a los siguientes problemas:

1. El problema de la caracterización y ubicación ecológica de los matorrales.
2. El problema de la conectividad inter-específica en el matorral, vale decir, del tipo de relaciones que existen entre espe-

cies, especialmente de aquellas relaciones que tienen importancia evolutiva.

Finalmente, me deslizaré hacia algunas implicaciones de lo anterior para el manejo del matorral.

1. *Ubicación y caracterización de matorrales*

Inicialmente mostraré algunas fotos de matorrales (se muestran fotos de matorrales en Chile Central, California, Cerdeña y Sudáfrica; se muestran además fotos de las especies arbustivas locales más conspicuas).

Hay zonas de matorral (como la que tenemos aquí en Chile) en la costa occidental de los continentes y en ambos hemisferios a aproximadamente 30 grados de latitud sur y norte del ecuador. Tenemos matorrales en Chile, en Sudáfrica y Australia, en el hemisferio sur; en California y en la Cuenca del Mediterráneo en el hemisferio norte. Por lo tanto, el matorral que tenemos en Chile es uno particular de una clase de sistemas, todos los cuales ocurren en los así llamados climas mediterráneos. Estos climas mediterráneos tienen lluvias en invierno, veranos secos e inviernos sin formación de escarcha permanente.

Ahora bien, dentro de la zona climática mediterránea en un sentido amplio, el matorral arbustivo corresponde a una transición entre bosques en el sur y desiertos en el norte. En la próxima diapositiva (Fig. 1) vemos en la abscisa la latitud (sur) y en la ordenada el coeficiente de variación de la productividad primaria potencial (PPP) obtenida a partir de datos climáticos. Vemos que la PPP crece hacia el sur y se hace más predecible. Puede verse además que a menores latitudes hay baja predictibilidad entre años y un bajo valor absoluto de esa productividad. El matorral arbustivo se encuentra a unos 33° latitud sur en el cen-

* Transcripción desde cinta magnética y edición de la conferencia ofrecida durante el I Seminario-Taller.

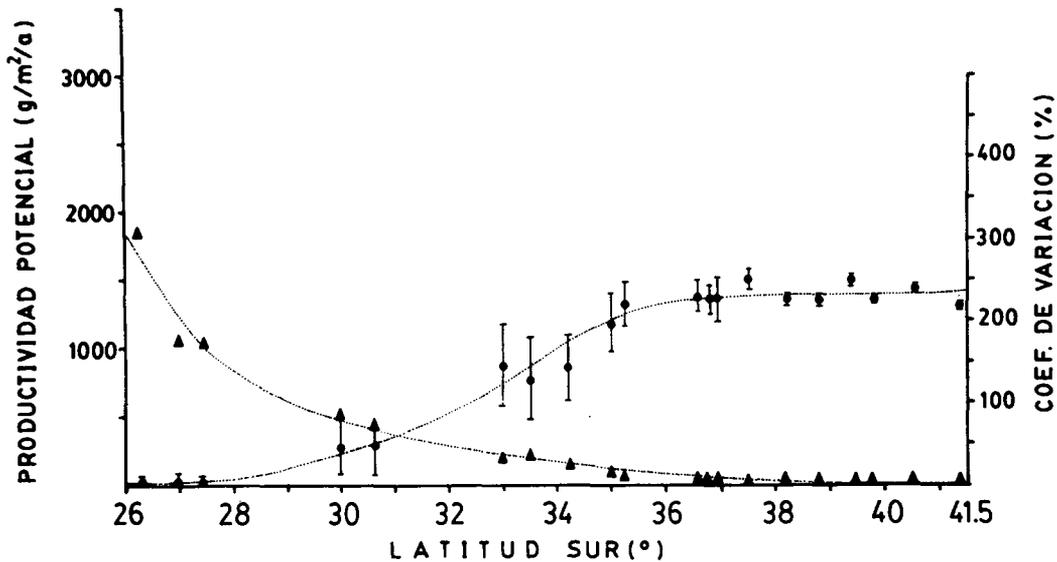


Fig. 1: Productividad primaria potencial y su coeficiente de variación en relación con la latitud en Chile. (Fuentes y Hajek, 1978).

tro de la Figura. Las fluctuaciones entre años que señala este gráfico son típicas de la zona de matorral y reaparecerán varias veces durante esta exposición.

Además de las diferencias entre años a que nos hemos referido, los recursos "pulsan" a lo largo del año, es decir, hay un momento en el tiempo en el cual existe disponibilidad hídrica y térmica para el crecimiento de las plantas y hay otra época del año en que la mayor parte de los procesos biológicos está en receso. Dentro del gradiente climático (Fig. 1) que se produce con la latitud en la zona de clima mediterráneo hay distintos tipos de arbustos, o más bien distintos tipos de estrategias de arbustos, como consecuencia de las características que toma el pulso anual del recurso.

Mooney y Dunn (1, 2) publicaron algunos trabajos en que se refieren a esta pulsación anual y a sus consecuencias en un gradiente antiparalelo del ecuador hacia los polos, tanto en California como en Chile.

Mooney y Dunn distinguen dos tipos de arbustos: Unos, que tienen raíces relativamente superficiales, deciduos de verano y que ocurren más frecuentemente en el norte; otros, por contraste, son de raíces profundas y siempreverdes. Estos segundos ocurren más frecuentemente en la zona meridional del gradiente climático mencionado. Esos autores proponen que mientras en el norte el factor estructurador de la vegetación es el agua y la variabilidad del agua dis-

ponible, hacia el sur se hace progresivamente más importante la cantidad de luz.

La Fig. 2 es, una expresión gráfica del argumento de Mooney y Dunn. (No sé si ellos estarían completamente de acuerdo con esta interpretación de sus datos). Ellos postulan que fabricar hojas deciduas es relativamente barato comparado con el costo de fabricar una superficie similar de hojas siempreverdes. En ambos casos, tanto el de la estrategia semidecdua como el de hojas siempreverdes, debe pagarse el costo de las hojas. El cómo y el cuándo ello se paga, sin embargo, sería diferente. Las plantas deciduas de verano comenzarían a acumular fotosíntesis neta rápidamente, pasando por un punto en el cual "pagan" el precio de sus hojas y luego siguen fotosintetizando hasta el momento en que la cantidad de agua disponible es muy baja y los costos de respiración superan la tasa instantánea de fotosíntesis. La idea de ellos es que en ese preciso momento estos arbustos botarían las hojas.

Los arbustos siempreverdes, por otro lado, tendrían un costo inicial de fabricación de hojas mucho mayor, pero, como dije, también tendrían sistemas radiculares profundos. Este tipo de arbustos empezaría a acumular materia seca más tarde en el año y por lo tanto más tarde también lograrían pagar el costo de fabricación de sus hojas. De manera que sólo tardíamente en el año empezarían a tener un superávit neto. Sin

Estrategias Fotosintéticas de Arbustos

(Idea de Mooney y Dunn 1970)

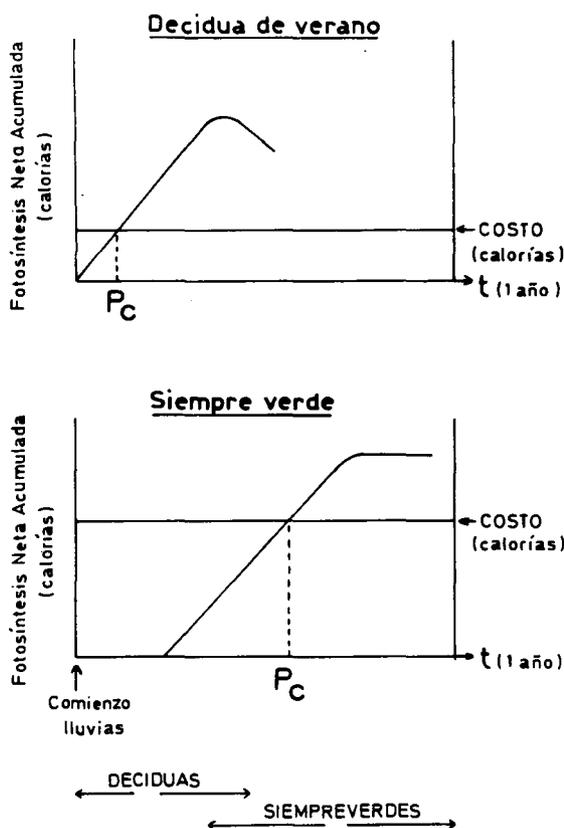


Fig. 2: Estrategias fotosintéticas de arbustos deciduos de verano y siempreverdes.

embargo, como tienen raíces profundas, no alcanzarían a entrar nunca en la fase de decremento neto en la cantidad total de materia.

Por su posibilidad de captar aguas desde el subsuelo profundo, estos arbustos se mantendrían fotosintetizando hasta el final del período seco, es decir, marzo o abril. Después de eso, las lluvias los proveerían nuevamente de agua.

En resumen, la idea es la siguiente: en el norte, donde la estación de crecimiento es corta, habría dominancia de arbustos deciduos con una alta tasa instantánea de fotosíntesis comparada con aquella de las siempreverdes. Esos arbustos deciduos acumularían rápidamente una cierta cantidad de materia orgánica y botarían luego sus hojas. Las siempreverdes estarían, en ese mismo régimen climático, con relativa desventaja

puesto que por su baja tasa de fotosíntesis no lograrían acumular suficiente materia orgánica durante la corta estación de crecimiento. Hacia el sur, en cambio, donde la estación de crecimiento es más extendida, las siempreverdes no sólo alcanzarían a pagar el costo de sus hojas, sino que, además, acumularían materia seca en forma de tallos, raíces, follaje, etc. De manera que, donde la estación de crecimiento es corta, sólo arbustos deciduos de verano podrían tolerar las restricciones del pulso anual de recursos. Pero donde la estación de crecimiento es larga, o relativamente larga, empezarían a dominar los arbustos siempreverdes, que excluirían competitivamente a las deciduas de verano. Esta exclusión se debería a que las deciduas de verano botan sus hojas y dejan de adquirir energía en un período en que las siempreverdes son capaces de seguir acumulando materia seca. En última instancia, al cabo de varios años, las deciduas de verano, en esta zona más meridional, serían excluidas competitivamente por las siempreverdes.

Un argumento similar puede usarse para explicar la transición desde los matorrales arbustivos a los bosques esclerófilos y mixtos en la parte aún más meridional del gradiente climático.

Este esquema, que, como dije, es el que propusieron Mooney y Dunn para dar cuenta del gradiente latitud-vegetación en California y en Chile, vale también en líneas generales para la Cuenca del Mediterráneo. Pero en Sudáfrica y en Australia hay problemas adicionales relacionados a la baja disponibilidad de nutrientes y que alteran sustancialmente la forma de este esquema (no hay arbustos deciduos de verano en el extremo árido del gradiente).

Bueno, pero para al menos tres de las cinco zonas de clima mediterráneo en el mundo, parece ser que es válido el esquema de que la transición desde los bosques siempreverdes a altas latitudes a los arbustos deciduos de verano a bajas latitudes está correlacionado con cambios de "estrategias" concomitantes con el cambio de extensión de la pulsación climática anual.

Volvamos ahora, brevemente, a las fluctuaciones entre años a que nos referíamos antes. Se han detectado a partir de estudios de anillos de crecimiento, en *Austrocedrus chilensis*, pequeñas fluctuaciones de alrededor de 100 años con tendencia a la alternancia de años secos y húmedos con respecto al promedio (estas son conclusiones ob-

tenidas de datos de anillos para los últimos 1000 años para la zona central de Chile).

Hay, por lo tanto, al menos tres longitudes de ondas climáticas, unas sobrepuestas sobre las otras, y que tienen que ver con el tipo de ambiente en el cual viven los organismos del matorral. Hay, en primer lugar, una onda de muy largo plazo, que es la detectada en los anillos de crecimiento. Otra onda, que es la de las variaciones intraanuales y, finalmente, una tercera onda que es la de la pulsación anual a que nos referíamos inicialmente. Desgraciadamente, salvo para los pulsos anuales que veremos más adelante, es poco lo que sabemos acerca de la significación de estas fluctuaciones para los organismos. Parece claro, sin embargo, que dependiendo de su tiempo generacional, las respuestas que presenten tenderán asimismo a ser distintas. Creemos que el dilucidar estas relaciones y el cómo las distintas fluctuaciones afectan a los distintos tipos de organismos serán de gran importancia para entender no sólo la biología, sino tam-

bién algunas restricciones posibles al manejo del matorral.

Es una lástima que, en general, los estudios ecológicos que se realizan, y se pueden financiar, no duran sino unos pocos años y no permiten ni ver ni experimentar con la significación real que pueden tener las fluctuaciones (por lo demás, estas mismas dos restricciones, horizonte de dinero y tiempo, son las que muchas veces impiden hacer experiencias a escalas geográficas realmente conmensurables con las dimensiones en las cuales ocurren los fenómenos que se desea estudiar).

Voy a referirme ahora exclusivamente al matorral siempreverde de Chile central, del cual sabemos un poco más.

Quiero mostrarles en la próxima diapositiva (Fig. 3) el tipo de encaje temporal que existe entre los organismos y las pulsaciones anuales de precipitación y temperatura.

Estos son datos de Gloria Montenegro y colaboradores (3) en los cuales muestran el crecimiento de hierbas y arbustos. Obsérve-

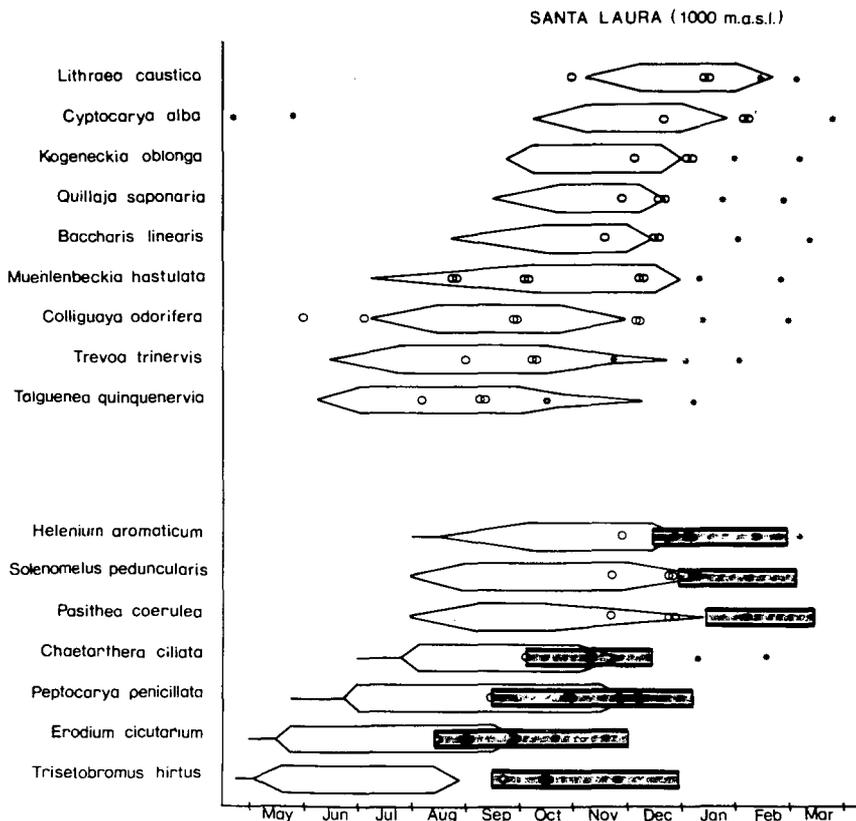


Fig. 3: Crecimiento de hierbas y arbustos en el matorral. (Montenegro et al., 1978).

se que entre los arbustos hay dos grupos: los que son deciduos o parcialmente deciduos y los que son siempreverdes. Para los propósitos de esta exposición, lo que nos interesa es enfatizar que, tal como se desprende de la Fig. 2, las deciduas de verano tienden a crecer antes que las siempreverdes y que el período de crecimiento foliar es restringido para todos los arbustos, tanto para las siempreverdes como para los deciduos. Este fenómeno es además válido para las hierbas. Estas tienen un período de crecimiento restringido, pero adelantado con respecto al de los arbustos.

En la próxima diapositiva (Fig. 4), observamos nuevamente la disposición de los meses del año en la abscisa, y el crecimiento de los arbustos en la ordenada. La curva punteada muestra la cantidad de insectos asociados a los distintos arbustos. Nuevamente nos interesa mostrar el problema de las fenofases acopladas. Algunos arbustos crecen un poco antes, otros un poco después, pero siempre hay una estacionalidad marcada en los insectos asociados a ellos.

Resumiendo entonces, el que haya fluctuaciones climáticas intraanuales y multi-anales es un fenómeno natural en el matorral y los organismos que en él viven parecen estar acoplados a, al menos, alguna de ellas. Creo que es importante que cuando se piensa en explotar un sistema como el matorral se tome en cuenta que las fluctuaciones son parte normal del sistema. Hay, por ejemplo, un trabajo de Fuentes y Hajek (4), en que se menciona que parte de la desertificación detectada en el Norte Chico de Chile tiene que ver con el no respetar estas fluctuaciones interanuales que se producen normalmente en esta zona. Desgraciadamente el tiempo no nos permite explicar esta hipótesis con el detalle necesario.

Más bien queremos ahora, y siempre como parte de una caracterización biológica del matorral, referirnos al aspecto general que tiene la maquinaria biológica del matorral. Para esto, voy a usar datos de Mooney y colaboradores (5), a propósito de una síntesis que se hizo para un sitio de matorral siempreverde en la Cordillera de la Costa,

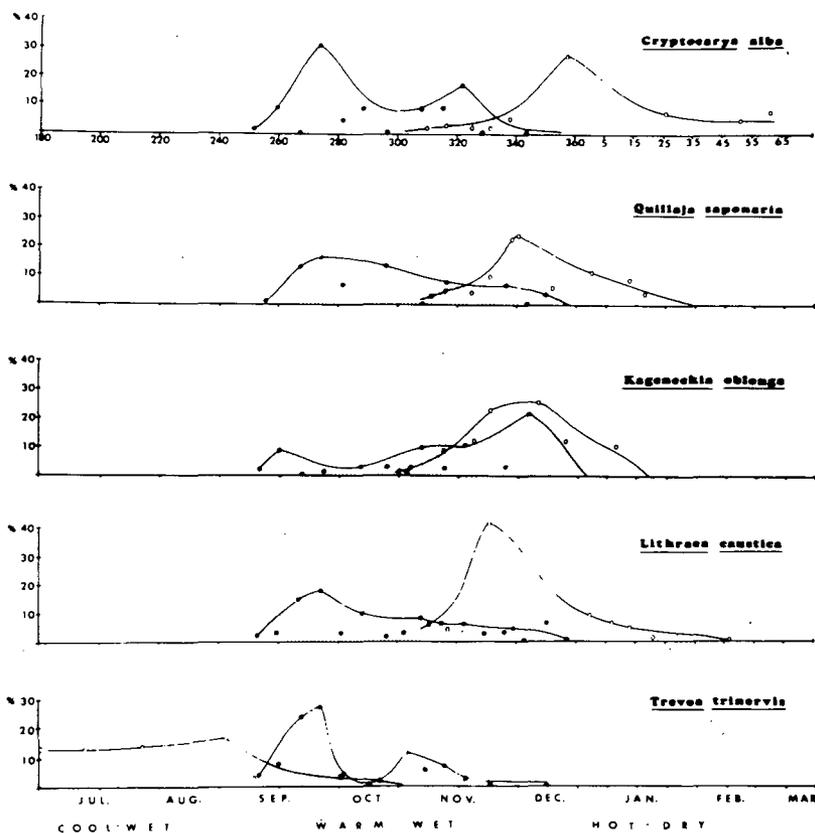


Fig. 4: Crecimiento de arbustos y cantidad de insectos asociados (para explicaciones ver texto).

cerca de Tiltit. Mencionaremos, además, datos para un sitio llamado Cerro Potrerillos, cerca de Coquimbo.

Tiltit está en la zona de matorral siempreverde, mientras Cerro Potrerillos está en la zona de matorral deciduo. El sitio de Tiltit, llamado Santa Laura, está a 33° de latitud sur, mientras Potrerillos está a 30° de latitud sur.

La cobertura de arbustos en Santa Laura es de alrededor de un 60%; en Cerro Potrerillos, sólo de un 32%. Las siempreverdes son un 70% de las especies en Santa Laura y un 0% en Cerro Potrerillos. Las deciduas, por otro lado, son cerca del 25% en Santa Laura y más del 80% en Potrerillos.

Vemos que en Tiltit hay una cobertura vegetal de arbustos que es relativamente alta. ¿Qué quiere decir esta cobertura en términos de recurso potencialmente explotable?

Del 70% de cobertura por especies vegetales, en este sitio hay 45 especies que son leñosas. De los datos de Mooney y colaboradores se puede ver que la biomasa aérea total por hectárea, haciendo un promedio de exposiciones norte y sur, es de aproximadamente 7.000 kg por hectárea. En hojas hay aproximadamente 2.000 kg por hectárea. Sólo 1.500 kg por hectárea si contamos peso de hojas sin fibras. En las hojas además hay por hectárea 18 kilos de nitrógeno. Los pesos de hojas que les menciono son a propósito del potencial máximo posible de defoliación por ganado, especialmente ganado caprino. En troncos y ramas, que tienen importancia si uno piensa en extracción total de leña, hay 5.000 kg por hectárea.

Acéptese esto en cuanto al aspecto general morfológico que tiene el matorral. Preguntémosnos ahora ¿cuánto produce esta maquinaria?

Nuevamente los datos que les doy provienen de la síntesis de Mooney y colaboradores (5).

En ramas se producen alrededor de 2.500 kg por hectárea y por año. En hojarasca alrededor de 15.600 kg por hectárea por año. En hojas, alrededor de 1.800 kg por hectárea por año.

En realidad, si se piensa en extracción restringida (conservadora) son éstos los datos que debieran tenerse en cuenta. Los datos de biomasa que les di anteriormente son los de extracción total o máxima, y por lo tanto con eliminación de la componente epigea del sistema.

Es importante mencionar que los números que les he dado deben tomarse con cautela, porque existe una tremenda variabilidad en el espacio con, por ejemplo, promedios claramente diferentes para las laderas norte y sur. Además, como ya he mencionado, existen importantes variaciones entre años, que también tienden a cambiar los valores de productividad. Otro factor que también limita el uso de estas cifras hace referencia a que ellas fueron obtenidas en un sitio relativamente "maduro". El tipo de manejo al cual ha sido sometido un sitio de matorral, se esperaría que cambie los valores tanto de biomasa como de producción. Parece muy distinto lo que puede esperarse de un sistema que viene recuperándose de una intervención agrícola intensiva reciente de lo que se esperaría de un sistema que ya tiene una cierta madurez, digamos, de unos 50 años sin manipulación (sin embargo, la forma de esa dependencia de producción o biomasa con perturbación nos es aún en gran manera desconocida).

Por todo lo anterior es que, repetimos, los números son aproximados y permiten sólo formarse una idea de orden de magnitud del tipo de recurso de que se trata.

2. Relaciones interespecíficas

Ahora entraré a analizar cómo está armado el matorral. La diapositiva siguiente (Fig. 5) es "ad hoc" para este Taller y muestra el tipo de relaciones interespecíficas que se pueden observar o sospechar que existen en el matorral. La quiero usar para enfatizar algunos de los aspectos que conocemos, así como también algunos de nuestros vacíos.

Esto del clima oscilante con tres estaciones que aparece en la diapositiva se refiere a que biológicamente en el matorral hay una estación húmeda-fría, una húmeda-cálida y una cálida-seca. La estación cálida-seca es la peor desde el punto de vista de los organismos. Durante este período hay un alto stress hídrico por la poca disponibilidad de agua y altas temperaturas.

Ahora bien, los matorrales se encuentran, por lo general, aquí en la zona central, en zonas de pendientes (estamos hablando siempre del matorral siempreverde) tanto en la Cordillera de la Costa como en la Cordillera de los Andes. La pendiente es un factor que influye, entre otras cosas, sobre la cantidad de suelo que se puede acumular en un sitio.

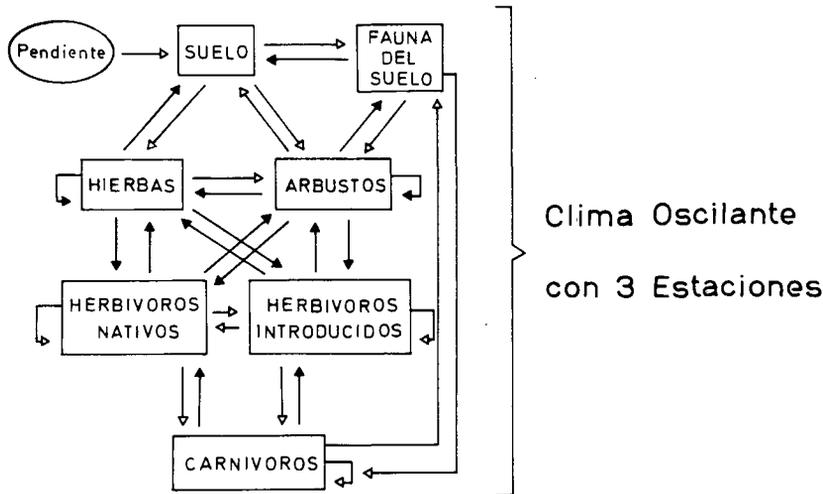


Fig. 5: Tipo de relaciones interespecíficas en el matorral (para explicaciones ver texto).

Las hierbas y los arbustos influyen, al menos potencialmente, sobre la retención de suelo, y a su vez están afectados por la carga de herbívoros.

Las flechas a las que hemos puesto cabezas negras se refieren a relaciones de las cuales algo sabemos (ya vamos a calificar después las limitaciones que hay al decir que algo sabemos). Las flechas de cabezas blancas indican relaciones que sospechamos que existen, pero para las que aún no tenemos números con qué sustentarlas. Como dije antes, con todas sus limitaciones este cuadro refleja el trabajo de aproximadamente 10 años y una gran cantidad de investigadores.

Volvamos al Cuadro (Fig. 5). Si uno mira, por ejemplo, el suelo y la capacidad de retención de dicho suelo, encuentra que no sabemos casi nada aún de las relaciones entre las características de profundidad de suelo, cantidad de hierbas y capacidad de retención del sustrato.

Para los arbustos sólo sospechamos esas mismas relaciones de capacidad de retención de suelo y de cómo el suelo afecta la biomasa de plantas. Por otro lado, algo sí sabemos con respecto al efecto de la fauna del suelo sobre la tasa de descomposición de hojarasca y la generación de nuevo suelo. No sabemos nada, sin embargo, sobre el papel de los carnívoros sobre la fauna, incluida aquí la fauna del suelo (pienso aquí en carnívoros como aves, zorros, etc.).

Algo conocemos de las relaciones de competición entre arbustos, tanto a nivel

intraespecífico como interespecífico. Sabemos algo también acerca de estos procesos para las hierbas.

Por otro lado, de trabajos de Montenegro y colaboradores (3) tenemos una idea del posible efecto alelopático de los arbustos sobre hierbas introducidas, pero no sabemos casi nada del efecto que puedan tener las hierbas sobre los arbustos.

A continuación analizaremos algunas relaciones que nos son de las más conocidas, como son las que existen entre los herbívoros introducidos o nativos y su alimento.

En este punto de la descripción de la Fig. 5, hacemos dos compartimientos —uno con plantas comestibles y otro con plantas no comestibles— porque desde el punto de vista de este Taller y los manejos ganaderos del matorral, ésta es una distinción importante. Son herbívoros introducidos (“aplicados”), por ejemplo, los conejos y las cabras. Herbívoros nativos (“básicos”) son los roedores nativos como el *Octodon degus*, la chinchilla, la vizcacha, los insectos defoladores y los guanacos.

En cuanto a los carnívoros (Fig. 5), se sabe que son capaces de capturar herbívoros introducidos y herbívoros nativos. Pero la relación de dependencia inversa, vale decir, de los herbívoros —como poblaciones— con los carnívoros, se conoce poco.

Como decía antes, son herbívoros nativos del matorral los micromamíferos, como el *Octodon degus*, la vizcacha y más al norte, en la zona de matorral deciduo, la chinchilla. Hay además micromamíferos intro-

ducidos, como los conejos y las liebres. Otro mamífero importante en el matorral, aún cuando de tamaño intermedio, es la cabra.

Lo que me propongo hacer es analizar brevemente la situación que se genera cuando se introducen especies "ingenuas" de herbívoros al matorral. Este análisis de los casos de introducción lo presento porque permite visualizar el significado profundo de la herbivoría. Compararé aquí, en primer lugar, al conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) con *Octodon degus* ya que son organismos de hábitos relativamente similares (admito, sin embargo, que probablemente la vizcacha se pueda parecer más al conejo en algunos aspectos, pero por la escasez de vizcachas hemos preferido trabajar con degus). Tanto degus como conejos tienen un papel importante por cuanto comen plántulas de arbustos.

En segundo lugar, las plantas adultas, reproductivas, son mayoritariamente comidas tanto por las cabras como por defoliadores nativos. Repito, quiero entonces comparar —en primer lugar— lo que pasa con las plántulas pequeñas por efecto de un organismo nativo y uno introducido (degu-conejo); y —en segundo lugar— lo que pasa con las plantas adultas que son comidas por insectos defoliadores nativos y por la cabra introducida. Estos dos paralelismos de herbívoro nativo vs. introducido, en su relación con las plantas de matorral, es a la vez una manera de examinar lo que significa la herbivoría en el matorral, y también una medida del impacto potencial de esas introducciones. En realidad, como muchos de ustedes ya sospechan, estas introducciones son como experimentos evolutivos en que se espera ver el resultado de interacciones "ingenuas" que establecen herbívoros que no han coevolucionado ni con la flora ni con la fauna predatoria nativas.

Degus — Conejo

Comenzaremos entonces con la comparación degus vs. conejo (algunas de las situaciones que voy a mencionar ahora son también extrapolables a la situación de la vizcacha).

Existe evidencia que los predadores nativos de la zona central de Chile no son capaces de afectar efectivamente a los conejos introducidos, pero sí a la microfauna nativa.

Para justificar este juicio, en primer lugar quiero mostrarles una Tabla (Fig. 6) compilada por Jaksic y colaboradores (6) en que se compara una lista de predadores —ordenados por taxón y por tamaño— para la zona española, de donde viene el conejo, para la zona del chaparral californiano y para la zona del matorral chileno. De una mirada somera a la Tabla puede desprenderse que hay predadores potenciales comparables tanto por tamaño como por taxón en los tres lugares. Así, aunque hay menos especies potencialmente depredadoras de conejo en Chile hay al menos una especie en cada grupo que podría tener ese papel. Es interesante, sin embargo, que si uno revisa los restos de presas dejados por estos distintos depredadores encuentra muchísimos restos de microfauna nativa, especialmente degus, pero casi nada de conejos. Este es un resultado sorprendente ya que sugiere que los conejos podrían ser poco comidos en Chile. Volvamos a la Tabla. Todos los predadores que se muestran, tanto para California como para el Mediterráneo, son predadores que tienen reputación (¡con datos!) de ser buenos comedores de conejos en sus respectivos ambientes. Es por ello muy curioso que, a pesar de los paralelismos, los predadores mostrados en España y California comen conejo, mientras predadores de taxón y tamaños similares no muestren mayor evidencia de comer conejos en Chile. Entre los potenciales predadores de conejo en Chile central hay tres categorías:

1. Los que se sabe positivamente que no comen conejos. La evidencia para esto viene de examinar una gran cantidad de eagrómpilas y fecas de depredadores.

2. Hay un segundo grupo en que se sabe que comen solamente conejos pequeños.

3. Hay un tercer grupo para el cual hay sólo anécdotas de que comen conejos, pero no hemos podido encontrar en ninguna parte publicaciones que sustenten esta hipótesis. Estos resultados acerca de la poca predación que parece haber sobre los conejos en Chile Central tienen una contraparte en el comportamiento que los conejos y los micromamíferos nativos tienen con respecto a los microhábitats.

Antes de entrar en esto, quizás valdría la pena recordar que el hecho de que predadores coman presas no significa necesariamente que esa cantidad que comen sea importante desde el punto de vista de las presas. Bien podría ser que la cantidad de presas comidas sea muy poca y no alcance a afec-

	Mediterranean maquis		Californian chaparral		Chilean matorral	
	Species	Head + Body Length (cm)	Species	Head + Body Length (cm)	Species	Head + Body Length (cm)
<i>Mammals</i>						
Canidae	<i>Vulpes vulpes</i>	60-75	<i>Vulpes vulpes</i>	56-64	<i>Dusicyon griseus</i> **	60-66
	<i>Canis lupus</i>	105-135	<i>Canis latrans</i>	81-94		
			<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	53-74	<i>Dusicyon culpaeus</i> *	70-75
Felidae	<i>Lynx pardellus</i>	80-110	<i>Lynx rufus</i>	64-76		
	<i>Felis sylvestris</i>	75-85				
Mustelidae	<i>Mustela nivalis</i>	25-35	<i>Mustela frenata</i>	20-27		
	<i>Mustela putorius</i>	31-45			<i>Galictis cuja</i> ***	40-45
	<i>Herpestes ichneumon</i>	51-55				
	<i>Meles meles</i>	40-50				
<i>Birds</i>						
Tytonidae			<i>Tyto alba</i>	36-51	<i>Tyto alba</i> *	36-38
Strigidae	<i>Bubo bubo</i>	66-71	<i>Bubo virginianus</i>	46-64	<i>Bubo virginianus</i> ***	48-50
	<i>Strix aluco</i>	44-48				
Accipitridae	<i>Accipiter gentilis</i>	48-61	<i>Accipiter cooperi</i>	36-51	<i>Parabuteo unicinctus</i> *	49-57
	<i>Buteo buteo</i>	51-56	<i>Buteo borealis</i>	43-61	<i>Buteo polyosoma</i> *	45-55
	<i>Hieraetus pennatus</i>	46-53			<i>Circus cinereus</i> *	40-50
	<i>Hieraetus fasciatus</i>	65-73			<i>Buteo fuscescens</i> ***	68-72
	<i>Aquila heliaca</i>	79-84				
<i>Reptiles</i>						
Colubridae	<i>Elaphe scalaris</i>	160	<i>Pituophis catenifer</i>	91-254	<i>Dromicus chamisonis</i> **	100-150
Boigidae	<i>Malpolon monspessulanus</i>	250				
Viperidae			<i>Crotalus confluentis</i>	38-157		

*Known not to eat rabbits

**Known to eat only kittens

***Anecdotal evidence suggests they include rabbits in their diet

Fig. 6: (Tabla). Para explicaciones ver texto.

tar ni su conducta ni su dinámica poblacional. En realidad, en este caso no se debería hablar de predadores, sino de comeñales.

Volvamos al problema del uso de microhábitats en relación a la predación.

La próxima diapositiva (Fig. 7) nos muestra que los conejos en Chile se comportan como si fueran muy poco predados

o estuvieran libres del efecto de los predadores. Este es un gráfico tomado del trabajo de Jaksic y colaboradores (7, 8) en el cual se ve que uno puede ordenar en el eje de las abscisas la distancia en porcentaje entre arbustos y en la ordenada el número de fecas encontrado por unidad de área (las fecas se ha mostrado que sirven para

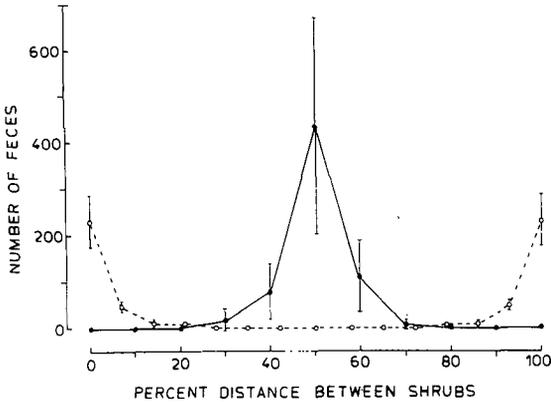


Fig. 7: Para explicaciones ver texto. En la abscisa, distancia porcentual entre arbusto; en la ordenada, porcentaje de plantas muertas.

evaluar actividad relativa tanto para conejos como para otros micromamíferos). El gráfico (Fig. 7) muestra que *Octodon degus* (círculos claros) tiende a estar debajo de los arbustos o muy próximos a ellos, pero que ellos desaparecen de la zona intermedia entre arbustos. Es sólo al aumentar la distancia al punto que ya nos acercamos nuevamente al arbusto más cercano que hay un aumento de la actividad de degu por unidad de área. Esta misma situación de degu en Chile se ha reportado para los conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en España y para los conejos *Sylvilagus* (nativos) en California. En estos tres casos, en Chile con degu y con conejos en España y en California, los micromamíferos nativos tienden a estar concentrados en su actividad a las partes cercanas a los arbustos. Es por ello que sorprende que, en Chile, *Oryctolagus* no sólo no concentra su actividad bajo los arbustos, sino que tiene una gran actividad en las zonas abiertas entre arbustos (círculos oscuros, Fig. 7).

Estas diferencias en el uso del espacio por parte de conejos y degus son evidencia complementaria a la que vimos anteriormente con respecto a dietas de depredadores. De modo que el encontrar pocos conejos comidos indica que los conejos —como población— no detectan la suficiente predación como para restringirse en su uso de microhábitats. Este es un problema de grados; no estoy diciendo que no haya nunca ningún conejo bajo los arbustos o que en Chile los predadores no se coman ningún conejo, pero sólo que esto es relativamente poco con respecto a lo que sucede con los micromamíferos nativos o con lo que sucede con conejos en aquellas partes del mundo en que ellos son nativos.

El caso de *O. cuniculus* en Chile más bien recuerda a lo que sucede en islas con poca predación en las afueras de California. Por ejemplo, en la Isla de Año Nuevo hay, aparentemente, poca predación y los mismos *Sylvilagus* que tienden a estar restringidos a las zonas bajo arbustos en la zona de California continental, aquí extienden su zona de actividad a los espacios abiertos entre arbustos de una manera similar a como lo hace *Oryctolagus cuniculus* en Chile.

Notemos que si acaso la predación fuese poco importante para los conejos, uno esperaría encontrarlos más frecuentemente en las zonas con baja cobertura de arbustos, sin protección, que en aquellas zonas con mucha cobertura y mucha protección.

La siguiente diapositiva (Fig. 8), tomada de Jaksic y Sorriquer (1981) muestra los resultados de comparar actividad de conejos en hábitats con distinta cobertura de arbustos. Les recuerdo que de acuerdo a lo recién dicho, si acaso la predación fuese poco importante, uno esperaría encontrar una curva desviada hacia la izquierda y con una cola muy larga hacia la derecha. Pero, por otro lado, si la predación fuese muy efectiva y los conejos “anduviesen escondiéndose”, uno esperaría encontrar más bien lo contrario. Vale decir, uno esperaría encontrar una curva con características justamente opuestas a las de la anterior.

Por lo tanto, si nuestra hipótesis de poca predación en Chile fuese cierta uno esperaría encontrar, en Chile y en España, curvas que describieran actividad de conejos con características opuestas.

La curva para España se muestra en la parte derecha del cuadro (círculos oscuros, Fig. 8). Tal como se esperaba de la hipótesis que decía que la predación es baja en Chile y alta en España, los conejos en este último lugar son relativamente más abun-

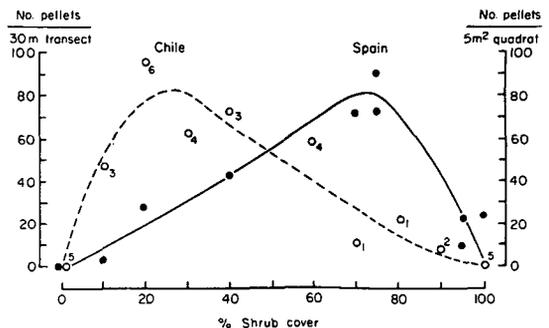


Fig. 8: Para explicaciones ver texto. En la abscisa, la cubierta de arbustos en por cientos; la ordenada izquierda es el número de “pellets” por transecto de 30 m; la derecha, el número de “pellets” por 5 m² de superficie.

dantes en la zona de alta cobertura que en la de baja cobertura, que es justamente lo puesto a lo que sucede en Chile.

Parece ser, entonces, que la poca predación que sufren los conejos como población aquí en Chile Central es realmente inefectiva en cuanto a afectar siquiera su conducta.

Esta diferencia de lo que sucede en Chile y en España ha tenido que ver probablemente con que en la Península ha habido una concatenación de largo plazo (evolutiva) entre predadores locales y conejos, mientras que en Chile eso aún no se ha establecido.

¿Qué consecuencias tienen las diferencias entre degus y conejos para las plantas?

Lo que el gráfico siguiente muestra (Fig. 9) es el resultado de varios experimentos para los cuales tenemos porcentajes de plantas eliminadas (comidas) a distintas distancias de un refugio para degus. Los triángulos muestran el efecto de los conejos mientras que los puntos muestran los efectos del degu. Lo que se ve es que degu efectivamente elimina una gran cantidad de plántulas, pero sólo en el área comprendida dentro de los primeros cinco metros desde el lugar del refugio. Más allá, ya no tienen un efecto demostrable. En contraste, los conejos tienen un efecto que va más allá de los cinco metros mencionados. Datos más recientes que los que estoy mostrando sugieren que los conejos realmente son capaces de eliminar todas las plantas a más de 5 metros del refugio para los degus; es decir, los conejos tienen un efecto cualitativamente distinto que los efectos producidos por los degus.

(Las vizcachas tienen aproximadamente igual tamaño que los conejos, y exhiben una distribución muy similar a la del degu, cerca de refugios. No se conocen, sin embar-

go, sus efectos sobre la vegetación circundante a los roqueríos que le sirven de refugio. Investigaciones futuras van a mostrar hasta qué punto las vizcachas y los degus son comparables en cuanto a los efectos que producen sobre la vegetación).

En todo caso, el efecto de introducción de un herbívoro, en este caso del conejo, muestra que hay una dependencia herbívoro-predador que tiene consecuencias importantes para la manera como los herbívoros afectan al matorral. Los degus nativos, como vimos, comen solamente cerca de los arbustos o de otros refugios antipredadores. Las plántulas, que en ausencia de conejo podrían crecer lejos de los refugios y no tener el factor herbivoría en contra, ahora, con presencia de conejos, no están en la misma situación. Es decir, al introducir el conejo, se está comprometiendo la regeneración natural del matorral. Lo que antes estaba salvado, por distancia a los refugios, ahora desaparece en boca de los conejos.

Como consuelo, cabe pensar que, de ser así, un potencial "desastre", como es esto de la introducción del conejo, ha servido al menos para aumentar nuestro entendimiento de los modificadores de la relación herbívoro-planta.

Defoliadores Nativos – Cabra

El segundo paralelo que quiero mencionar bajo este subtítulo de relaciones herbívoro-planta se refiere a lo que sucede con las plantas grandes sujetas a herbivoría. Idealmente debería mostrarles datos experimentales de efectos de guanacos, pero desgraciadamente ya no quedan guanacos en el matorral. Así es que voy a hablar sólo de insectos defoliadores y la posibilidad de usarlos como predictores de los efectos potenciales de las cabras a baja densidad de manejo. Los resultados mismos, como ya veremos, son necesariamente de una naturaleza más sutil que los experimentos que describí antes.

Resumamos ahora, sin entrar en detalles y brevemente, lo que sabemos:

a) Sabemos que al menos hay un equilibrio dinámico a plazo intermedio, entre herbívoros y plantas en el matorral. Si uno va a distintos tiempos a un mismo sitio, siempre se ve renovación a la vez que una cantidad de vegetación más o menos similar.

b) Por otro lado sabemos, y esto por experiencia experimental directa, que entre los arbustos hay competencia. Hay compe-

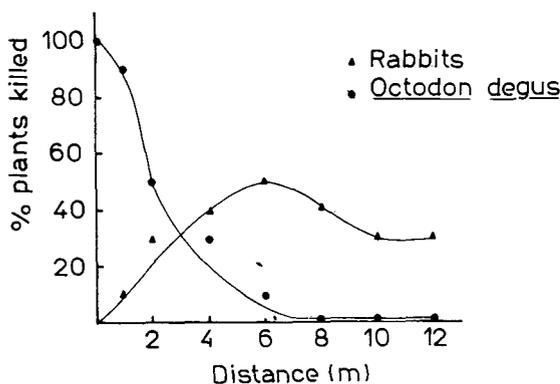


Fig. 9: Para explicaciones ver texto. En la abscisa, distancia; en la ordenada, porcentaje de plantas muertas.

tencia tanto intraespecífica como interespecífica. Como veremos, esta competencia entre arbustos es importante en la estructuración del matorral, puesto que cambia el sentido conceptual que tiene la defoliación.

c) Sabemos también que los insectos defoliadores son capaces, cuando alguna especie arbustiva alcanza una alta densidad local, de defoliarla completamente. No tengo una buena Figura para ilustrarles esto, pero puedo contarles que si para especies como el quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) se mide la cantidad de larvas por m^3 de follaje, se encuentra una relación directa positiva entre tamaño del paño cubierto por quilo y la cantidad de larvas por metro cúbico de follaje. Los arbustos con más larvas son completamente defoliados; mientras que los que tienen pocas larvas, casi no pierden hojas. Esto indica que la herbivoría por insectos puede ser capaz, en algunas circunstancias, de eliminar completamente el aparato fotosintético de los arbustos. Esto vale al menos para las circunstancias en las que algunas especies de arbustos son capaces de formar grandes paños monoespecíficos.

Es importante notar aquí que en lo que respecta a una comunidad "madura" y diversa, la defoliación es normalmente muy baja.

d) Siempre dentro de lo que es preciso indicar como conocido, recordemos que los arbustos tienen "defensas antiherbívoros". Estas así llamadas "defensas" son de tipo morfológico como la esclerofilia, las espinas, etc., o bien químicas, como pueden ser los taninos, fenoles, etc. (en realidad se le da calidad de "defensa" a toda característica que se puede asociar a una baja herbivoría o a una potencial reducción de ella).

La pregunta siguiente que nos hacemos es en realidad tricotómica: este equilibrio de fitomasa a que nos referíamos se ubica donde está, ¿por qué la defoliación es irrelevante y es sólo la competencia entre plantas lo determinante de él?; o bien, se ubica donde está, ¿por qué la herbivoría elimina directamente las plantas más susceptibles?; o, bien, ¿es que la defoliación actúa directamente a través de alterar los coeficientes de competencia entre las plantas?

Veamos una pequeña digresión teórica.

Si se postula que la competencia entre las plantas es lo crucial y la herbivoría sólo un epifenómeno, lo que uno esperaría es que mientras más cubierta tuviese una determinada especie en un sitio, hubiese una mayor

cantidad de defoliación sobre ella (Fig. 10a). Esto, sólo por problema de tamaño de "blanco" sobre el cual caen los defoliadores.

Por otro lado, si la hipótesis completamente opuesta es cierta, de que la herbivoría es lo crucial para determinar la abundancia de los arbustos, se esperaría que las especies de arbustos que tienen abundancias altas se lo deberían a que tienen baja defoliación (Fig. 10a). En cambio, las que tienen una cobertura baja se lo deberían a que sufren una alta defoliación.

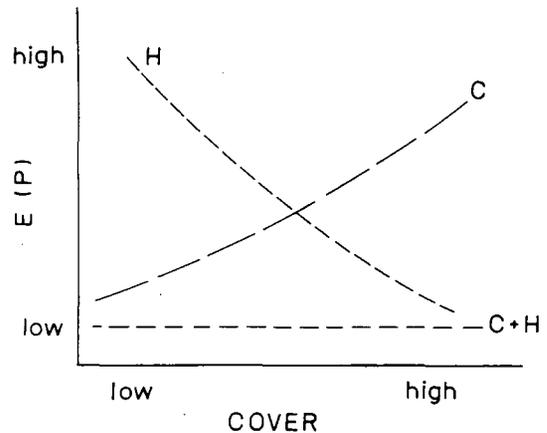


Fig. 10a: Para explicaciones ver texto.

La tercera hipótesis implicada, de dependencia de la competencia y predación, dice que habiendo competencia entre los individuos de las distintas especies, el coeficiente de competencia estaría afectando el porcentaje del aparato fotosintético que se pierde. De acuerdo a esta hipótesis, se esperaría que todas las especies arbustivas uniformemente minimizaran el porcentaje del aparato fotosintético que pierden por defoliación (Fig. 10a). Aquella especie que tuviese un alto porcentaje de defoliación relativo a sus vecinos, sería excluida competitivamente por aquellas con más follaje.

En la siguiente diapositiva (Fig. 10b) vamos a mostrar una prueba que se hizo para examinar estas hipótesis.

Lo que se muestra en las ordenadas (E(P)) es una entidad estadística asociada directamente al porcentaje de la hoja promedio de un arbusto de una especie en un sitio determinado, que es perdido por defoliación. De tal manera que si E(P) llega a un 100% quiere decir que se perdió totalmente el aparato fotosintético y si por el contrario E(P) es 0 quiere decir que no ha habido defoliación.

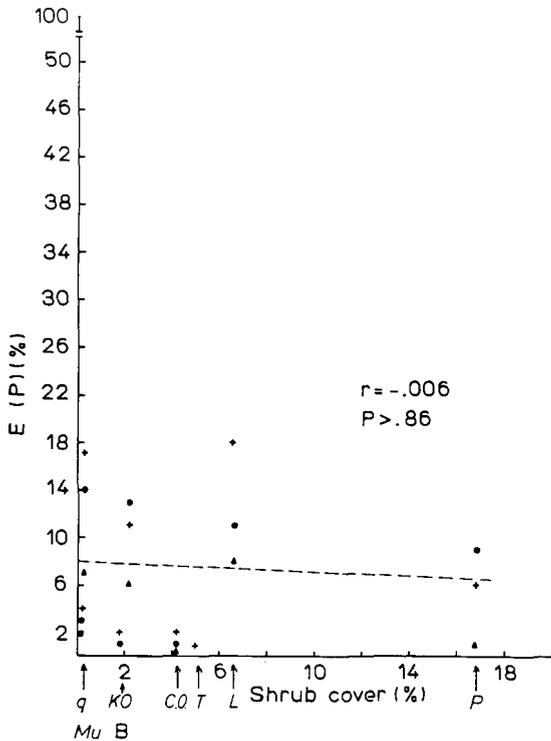


Fig. 10b: Para explicaciones ver texto.

Lo que se muestra en la abscisa es la cobertura de las distintas especies arbustivas en un sitio dado. Los resultados mostrados corresponden a un estudio que se hizo en el sitio de Santa Laura, cerca de Tiltill. Los datos de cobertura de arbustos fueron obtenidos de un trabajo de Parsons (11) citado en Mooney y otros (5). Al examinar el gráfico puede verse que no hay correlación entre cobertura y el porcentaje del aparato fotosintético que se pierde por defoliación. Más aún, esta entidad estadística $E(P)$ es uniformemente baja para todas las especies. Estos datos, junto con los otros análisis y datos ya mencionados, sustentan la hipótesis de que la defoliación sería un condicionante del equilibrio competitivo. Es decir, la defoliación no actuaría en paralelo a la competencia, sino que actuaría en serie sobre las propiedades competitivas de las especies.

Ahora bien, es preciso aclarar que si bien los niveles de defoliación que exhiben las especies mostradas en el gráfico (Fig. 10b), son todos bajos, ellos muestran gran variabilidad entre lugares y entre sí. De manera que hay especies, como la colliguaya, en que hay menos de un 2% de defoliación mientras que hay otras especies como el litre que pueden mostrar defoliaciones de hasta

un 18%. Quiero decir que, aun cuando todas las especies exhiben defoliaciones que son relativamente bajas, éstas son todas estadísticamente diferentes las unas de las otras. Además, no obstante que los valores de $E(P)$ son bajos y cambian de una especie a la otra, ellos muestran variación geográfica dentro de una misma especie. Si uno grafica esta función $E(P)$ para distintos puntos de un gradiente climático o de un gradiente geográfico cualquiera puede mostrar que esta función cambia y —tenemos que decir— de manera aun no totalmente esclarecida (10). Así, por ejemplo, aumenta este valor de $E(P)$ con algunas especies y disminuye con la altura en otras, pero dando una vez más la impresión de ser una estadística importante desde el punto de vista de selección natural de los arbustos.

Volviendo al gráfico (Fig. 10b), podemos razonar que si hay especies como *Lithraea caustica* que pierden usualmente alrededor del 10-15% de su aparato fotosintético, en cambio, hay especies como *Colliguaya odorifera* que pierden sólo el 2% de su aparato fotosintético, se podría esperar que de todas maneras *Lithraea* disminuyera su densidad a expensas de *Colliguaya*. A no ser que *Lithraea* exhiba una respuesta compensatoria a la defoliación. Vale decir, que cuando el litre es defoliado, muestra una respuesta fisiológica por la cual recupera su aparato fotosintético perdido. Para verificar si esto es así, se hicieron experimentos que se reportan en un trabajo de Torres y otros (12).

En ese trabajo se defoliaron a mano plantas de dos especies, litre y colliguay, como una manera de simular los efectos de distintos grados de herbivoría. Se tomó al litre, que es una de las especies más defoliadas y al colliguay que parece ser una de las menos defoliadas de todas las que se muestrearon. En los experimentos se defolió al 25%, al 66% y al 100% un número de 5 plantas por cada uno de estos tratamientos para cada una de las dos especies. Además se escogieron 5 plantas que no fueron defoliadas y que sirvieron de controles.

Ahora bien, lo que se esperaba como resultado en este trabajo, es que cuando se poda completamente una planta, ya sea de colliguay o de litre, se produzca una respuesta fisiológica compensatoria fuerte. Este es un efecto conocido en muchas plantas. Pero lo que también se esperaba, era que *Lithraea caustica*, que usualmente exhibe niveles de defoliación altos, exhibiese además una respuesta compensatoria a los

niveles de 25% de defoliación. En cambio para *Colliguaya odorifera*, que es una especie habitualmente poco comida, se esperaba que no exhibiera esta respuesta compensatoria al 25% de defoliación.

Los resultados sustentan nuestra hipótesis. *Lithraea caustica* que tiene experiencia evolutiva con los herbívoros exhibe una respuesta compensatoria a baja defoliación, pero no así *Colliguaya odorifera*. Además, ambas especies, exhiben una fuerte respuesta compensatoria al 100% de defoliación tal como se esperaba.

Hay además otra evidencia de lo mismo. Hay lugares en que coexisten *Muehlenbeckia hastulata* (quilo) que es defoliada completamente por larvas de *Macromphalia sp.* y *Baccharis sp.*, que usualmente no es atacado por los insectos. Después que pupan los insectos de *Macromphalia* que atacan a *Muehlenbeckia* esta planta recupera totalmente su aparato fotosintético. Pero *Baccharis*, en cambio, no es tocado por los insectos defoliadores y si se hace el experimento de defoliarlo a mano, puede verse que recupera el aparato fotosintético, pero sólo a costas de no florecer ni fructificar en ese mismo año (13). El quilo sí florece y fructifica después de la defoliación por las larvas.

Resumiendo, existe un equilibrio competitivo entre arbustos simpátridos y éste se ve afectado en un tiempo ecológico y evolutivo por la defoliación. Los arbustos muestran una serie de atributos que compensan la defoliación o la reducen, siempre que esta haya formado parte usual de su historia evolutiva.

Esto es en forma resumida lo que quería contarles brevemente con respecto a lo que sucede normalmente con los herbívoros nativos en el matorral. Veremos ahora qué pasa con las cabras, que son introducidas y que también comen arbustos grandes.

Hay un rumor muy difundido que las cabras comen de todo, pero no hemos podido encontrar datos para demostrarlo, de manera que con Julia Etchegaray (14) hicimos una prueba para verificar si al poner cabras frente a un mosaico de arbustos de un mismo tamaño a una misma distancia (lo que se llama "test de cafetería" en la jerga norteamericana), se pueden ver preferencias en estos animales.

Se usaron en estos experimentos cuatro especies de arbustos: *Colliguaya*, *Lithraea*, *Quillaja* y *Muehlenbeckia*. Les resumiré lo que encontramos:

Los juveniles de cabras, vale decir animales de menos de 6 meses de edad, comen realmente en forma indiscriminada de las cuatro especies. Sin embargo, después de los 6 meses de edad, las cabras ya empiezan a discriminar. Entre estas preferencias se encuentra, por ejemplo, que comen más colliguay que litre (además, hay otras preferencias (14) que por razones de tiempo no discutiremos aquí).

Pero quedémonos aquí. Estos resultados, como puede verse, ya contrastan fuertemente con lo que encontramos con los insectos nativos. Los insectos nativos, como un todo, comen más de litre que colliguay. Pero como litre exhibe más respuesta compensatoria a la baja defoliación que colliguay, puede esperarse que aún a bajas densidades el efecto de la cabra sea cualitativamente diferente del históricamente producido por los insectos. Y esto es, en la práctica, lo que se encuentra al visitar los cabreríos: aumenta aquí la densidad relativa de litre a expensas de la de colliguay.

Resumamos, cuando comparamos al degu con el conejo, encontramos, tal como en el caso cabra-insectos, que el herbívoro introducido produce efectos cualitativamente distintos que los producidos por el herbívoro nativo. Es claro entonces, el suponer ambos resultados, que existe más de una manera de ser herbívoro dentro del matorral y que la historia coevolutiva juega un papel importante en cuando a cuál de esos papeles es el desempeñado por un herbívoro en un momento dado.

Estas consideraciones que estamos haciendo tienen importancia práctica de manejo, puesto que nos llevan a pensar en el tipo de estabilidad y tolerancia que pueden exhibir las plantas del matorral frente a distintos tipos de intervención humana. Por un lado, el matorral tiene experiencia con el pastoreo, puesto que hay pastoreadores naturales, pero el tipo de pastoreo que se introduce, ya sea con el conejo o con la cabra, es siempre lo suficientemente distinto del efecto de los herbívoros naturales como para que provoque cambios significativos en la comunidad arbustiva.

De hecho, como se anticipó en parte, al aumentar la cantidad de cabras que hay en un cabrerío o, equivalentemente, el tiempo de exposición a ellas, se observa inicialmente un predominio de litre y luego, al bajar la cobertura, de especies como *Acacia* o *Trichocereus*.

Repetimos, entonces, un pastoreador que

es introducido se comporta de manera distinta a los pastoreadores que tienen experiencia coevolutiva con la vegetación. No sirve —en el sentido de ser un buen predictor— el conocimiento que podamos tener acerca de la coevolución entre los componentes del sistema.

Por otro lado, es preciso puntualizar y siempre dentro de este problema de la tolerancia a perturbaciones humanas, que el fuego —que es completamente artificial en la región— resulta ser una perturbación ante la cual sí hay capacidad de compensación. Se sabe que a lo largo de la historia evolutiva del matorral no ha habido fuego, sino que este ha sido introducido por el hombre en forma relativamente reciente (5). Esto es diferente a lo que sucede en Sudáfrica, California o en Australia, en que los fuegos sí son producidos naturalmente. Ahora bien, en el caso del fuego en Chile con el que no ha habido experiencia histórico-evolutiva, podría pensarse que sus efectos son necesariamente desastrosos. Lo que ha pasado, sin embargo, según trabajos de Araya y Avila (14), es que —sorprendentemente para mí— hay regeneración del matorral después que éste se quema. Los arbustos son capaces de rebrotar. Más aún, si el fuego no es muy cálido pueden rebrotar plantas grandes, incluso como los quillayes, a partir de sus troncos más altos.

Vemos entonces, que el problema de anticipar la significación (tolerancia) de los distintos tipos de perturbación sobre los problemas del matorral es muy delicado. Aparentemente, si bien la estabilidad que puede presentar el sistema frente a distintos tipos de perturbación depende de cuán parecida sea la perturbación que se hace a lo que la planta reconoce como parte de su historia evolutiva, no es claro, *a priori*, cuáles son las perturbaciones suficientemente similares. En el matorral, las experiencias con herbívoros nativos e introducidos parecen no ser comparables, pero el fuego en sus efectos podría parecerse suficientemente a la sequía, que como dijimos es recurrente en el matorral. Esta podría ser, creemos, la explicación para resultados tan dispares como los encontrados con el pastoreo y el fuego como perturbadores del equilibrio del matorral.

Pero todos estos son resultados *a posteriori* que no podríamos haber anticipado sin conocer lo que el matorral reconoce como similar.

Ahora quiero volver un poco atrás, al

gráfico (Fig. 5) de los compartimientos, en que mostrábamos los distintos tipos de relaciones entre especies. Les recuerdo que luego de una descripción general del gráfico, hicimos un *zoom* para mirar con un poco más de detalle las relaciones herbívoro-planta y algo de la problemática que allí había. Ahora vuelvo atrás.

Quiero decir algo acerca de lo que no sabemos de estas relaciones. Muchas de las relaciones que hemos indicado con flechas oscuras, indican algún conocimiento. Pero en realidad corresponden más bien al conocimiento de un punto en un plano que describe una función y no a un conocimiento completo. Para conocer una dependencia entre variables, como por ejemplo, cobertura y densidad de un herbívoro, o diversidad en un nivel y número de predadores en el otro, hay que describir toda una función de relación entre estas variables y no sólo un punto de ella. Nosotros, a lo más tenemos sólo un punto de esta relación y, peor aún, sólo para un tipo de matorral muy particular. A esto es a lo que nos referíamos con las flechas de cabezas oscuras en el gráfico (Fig. 5). En realidad sólo queríamos decir que algo se conoce pero en ningún caso que se sabe lo suficiente.

Si lo que se quiere es manejar el matorral, no basta con conocer un punto de una función en un plano o, mejor aún, de un espacio. Es preciso conocer las funciones de relación en las distintas instancias de manejo a distintos tiempos. Funciones, por lo demás, que tienen componentes en tiempo ecológico, como los recién descritos, y, además, componentes de cambio evolutivo. No solamente no conocemos esas funciones sino que estamos lejos de siquiera saber el signo de sus primeras dos derivadas.

Valga esto como un juicio crítico general en cuanto las limitaciones que tienen nuestros conocimientos para implementar posibles planes de manejo.

Pero si nuestro conocimiento es tan poco, ¿qué hacemos?

Es claramente un trabajo larguísimo el que aún queda por hacer. Ante este estado de cosas, se podría pensar en copiar lo que hacen o ya hicieron nuestros pares en otros lugares. Podríamos, por ejemplo, copiar lo que hicieron los californianos o sudafricanos y ahorraríamos así una gran cantidad de trabajo, tiempo y dinero.

Es tentador. Podríamos hacer una importación masiva de tecnología y conocimiento acerca de cómo manejar el matorral o en

realidad cualquier otro sistema. Esto me lleva a un tema que aún no hemos conversado aquí y es el tema de cuanta similitud hay entre matorrales en distintas partes del mundo. Es decir, hasta que punto podemos considerar el chaparral californiano como una réplica del matorral y viceversa. Claramente si eso fuese así, que fuesen réplicas, y se pudiese hacer una sinonimia entre especies o grupos de especies en distintos lugares, se podrían aplicar transformaciones análogas y el problema estaría casi resuelto.

Baste con que les anticipe que los resultados que se tiene hasta el momento indican que los matorrales en distintas partes del mundo no son lo suficientemente similares como para que puedan importarse normas de manejo de manera ingenua. Pero, puesto que este problema reviste gran importancia, quiero brevemente resumirles algo de lo que subyace al juicio anterior.

Podríamos decir, para dicotomizar lo que en realidad es un continuo, que hay dos tipos de especies en el matorral. Unas especies que llamamos de tendencia central y otras que llamamos de tendencia periférica.

Especies de tendencia central son aquellas capaces de alterar la dinámica de sus recursos, mientras que especies de tendencia periférica son aquellas que aún cuando usan recursos, no son capaces de alterar su dinámica de regeneración. Por ejemplo, especies de tendencia periférica en este caso, serían algunas especies de lagartijas, o de predadores con respecto al conejo (pero no a los micromamíferos nativos) y a lo mejor algunos tiránidos. Podrían ser especies de tendencia central, por ejemplo, el conejo (con respecto a las plántulas), las cabras y el hombre.

Por lo que sabemos en este momento acerca de convergencia de ecosistemas mediterráneos, da la impresión que algunas de las especies de tendencia periférica son las que más convergen. Son las que se parecen más en distintos matorrales. De hecho, lo que se ve es que los grupos de organismos en que hay más convergencia son las lagartijas y algunos tiránidos. Pero, desgraciadamente, aquellos grupos en los cuales las especies son capaces de afectar significativamente las características de sus recursos, y en que uno esperaría por lo tanto que la historia de interacciones sea muy importante, hay mucho menos convergencia o simplemente no la hay.

Desafortunadamente las especies que nos interesan a propósito de este Taller de Bases

Biológicas para el Manejo de Recursos del Matorral son especies de tendencia central, es decir, especies para las cuales el grado de similitud entre distintos matorrales es muy bajo o prácticamente cero.

Lo que los estudios de convergencia entre ecosistemas mediterráneos parecen señalar es, entonces, que no podemos simplemente copiar lo que hacen los californianos, los sudafricanos, los franceses, los israelitas o los australianos. Tenemos que hacer nosotros mismos el trabajo, decidir qué, y en qué orden lo hacemos. Podemos sin duda usar la experiencia adquirida en otras partes, pero a lo más como hipótesis por verificar, pero nunca como conocimiento ya establecido.

Voy a terminar ahora con un punto que es bastante más general.

Como dijimos al comienzo, la historia de estudio del matorral entre nosotros empezó con el IBP; se siguió con proyectos financiados por la Universidad y después con un proyecto financiado por Naciones Unidas. En un comienzo las preguntas fueron hechas por su significación eventual en el ámbito de la biología. Sin embargo, en la medida que iba progresando la investigación, algunos de los resultados que se han estado obteniendo ya no sólo tienen significado en lo biológico, sino que además han adquirido significación que se proyecta a otros sistemas de referencia, como el de los usos posibles en el ámbito no académico.

El que se esté haciendo este Taller, es prueba de que muchos de nosotros creemos que nuestro quehacer puede tener sentido no solamente para los biólogos, sino también para aquellos que se preocupan de manejar los recursos no desde una perspectiva empiricista y restringida, sino desde una óptica de comprensión más profunda del sistema sobre el cual se actúa.

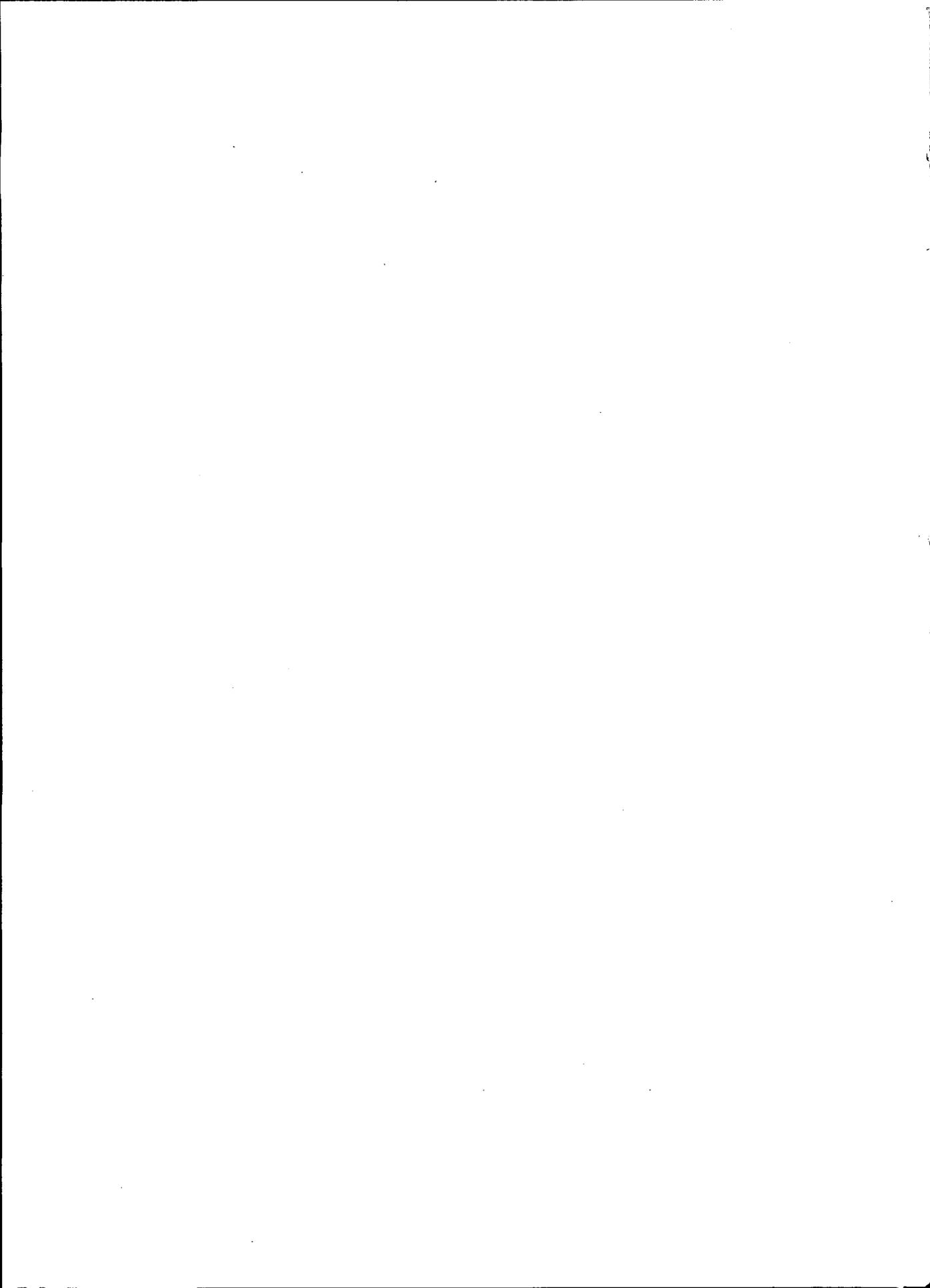
AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Ernesto Hajek por ayudarme en la transcripción y edición de este texto y en segundo lugar a la Universidad Católica, al IBP y al programa MAB por su ayuda financiera que ha permitido realizar la mayor parte de los estudios aquí descritos.

REFERENCIAS

1. MOONEY, H.A., DUNN, E.L. (1970). Photosynthetic systems of mediterranean climate shrubs and trees of California and Chile. *American Naturalist* 104: 447-453.

2. MOONEY, H.A., DUNN, E.L. (1970). Convergent Evolution of Mediterranean Climate Evergreen Sclerophyll Shrubs. *Evolution* 24: 292-303.
3. MONTENEGRO, G., RIVERA, O., BAS, F. (1978). Herbaceous vegetation in the Chilean matorral. *Oecologia (Berlín)* 36: 237-244.
4. FUENTES, E.R., HAJEK, E.R. (1978). Interacciones hombre-clima en la desertificación del Norte Chico chileno. *Ciencia e Investigación Agraria* 5: 137-142.
5. MOONEY, H.A. (ed.) (1977). Convergent evolution in Chile and California. Dowden, Hutchinson & Ross. Stroudsburg.
6. JAKSIC, F.M., FUENTES, E.R., YAÑEZ, J.L. (1979). Two types of adaptation of carnivorous vertebrates to their prey. *Archivos de Biología y Medicina Experimentales* 12: 143-152.
7. JAKSIC, F.M., FUENTES, E.R., YAÑEZ, J.L. (1979). Spatial distribution of the old world rabbit *Oryctolagus cuniculus* in Central Chile. *Journal of Mammalogy* 60: 207-209.
8. FUENTES, E.R., JAKSIC, F.M. (1980). Consideraciones teóricas para el control biológico del conejo europeo en Chile Central. *Medio Ambiente* 4: 45-49.
9. JAKSIC, F.M., SORIGUER, R.C. (1981). Predation upon the European rabbit *Oryctolagus cuniculus* in mediterranean habitats in Chile and Spain: a comparative analysis. *Journal of Animal Ecology* 50: 269-281.
10. FUENTES, E.R., ETCHEGARAY, J. (1982). Defoliation patterns in matorral ecosystems. In Kruger, F.E., and Siegfried, R. (eds.). *Proceedings of the Third Conference on mediterranean ecosystems. Stellenbosch 1980*. Springer Verlag (in press).
11. PARSONS, D.J. (1976). Vegetation structure in the mediterranean climate scrub communities of Chile and California. *Journal of Ecology* 64: 435-447.
12. TORRES, J.C., GUTIERREZ, J.R., FUENTES, E.R. (1980). Vegetative responses to defoliation of two Chilean matorral shrubs. *Oecologia (Berlín)* 46: 161-163.
13. FUENTES, E.R., ETCHEGARAY, J., ALJARO, M. E., MONTENEGRO, G. (1981). Shrub defoliation by Matorral Insects. In: F. di Castri, D. Goodall and R. Specht (eds.) *Maquis and Chaparral (Ecosystems of the world 11)* Elsevier, Netherlands: 417-444.
14. FUENTES, E.R., ETCHEGARAY, J. (1981). Preferencias de cabras por arbustos. Ensayos con 4 especies del matorral de Chile Central. *Ciencia e Investigación Agraria* 8: 112-119.
15. ARAYA, S., AVILA, G. Rebrote de arbustos afectados por fuego en el matorral chileno. *Anales del Museo de Historia Natural. Valparaíso (en prensa)*.



El matorral en perspectiva ganadera*

RAUL MENESES R.

Subestación Experimental Los Vilos
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

En las charlas anteriores hemos estado escuchando algunos trabajos sobre arbustos. Yo me voy a permitir ampliar el tema, principalmente porque, como ganadero, los arbustos integran un subsistema del sistema de producción forrajera y pecuaria, que tiene como objetivo el uso de estos recursos para producir lana, carne o leche.

La agricultura es un negocio y como tal los agricultores desde épocas remotas han tratado de extraer de la tierra el máximo provecho posible para su propio beneficio, olvidando que es necesario realizar manejos adecuados de los ecosistemas con el objeto de que no se "descapitalice" en términos de recursos.

El hombre moderno desde sus inicios en la explotación agrícola ha sabido distinguir ciertos períodos importantes en el proceso de producción con el objeto de lograr un producto. Es así que los ganaderos han observado la importancia que tiene la disponibilidad de alimento para el crecimiento de los animales domésticos. Sin embargo, a partir de los estudios y los avances realizados en fisiología zootécnica con el objeto de aumentar la eficiencia en la producción, se ha conocido con mayor exactitud las necesidades en determinados períodos fisiológicos de los animales.

En situaciones limitantes y en otras, los ganaderos han tratado de coordinar el proceso fisiológico de los animales, con el crecimiento vegetativo de la estrata herbácea, a objeto de utilizar el mayor valor nutritivo de las hierbas durante el inicio de crecimiento de ésta. Sin embargo, las limitantes existentes en la disponibilidad del alimento, las variaciones climáticas y las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema, han hecho que la producción pecuaria en sectores de secano del Norte Chico sean limitantes (principalmente por las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema). En años pasados las condiciones del

medio permitían una producción ganadera con menos limitaciones, pero desde que llegaron los primeros colonizadores el ecosistema fue sobreutilizado.

Desarrollo histórico

Los numerosos estudios realizados en el Norte Chico y específicamente el estudio presentado por Chile a la Conferencia de la ONU sobre desertificación, realizada en Nairobi, Kenia, en 1977, indican que estos procesos debieron comenzar con la actividad minera, la introducción de animales domésticos, como bovinos en sus inicios, ovinos posteriormente y caprinos cuando las condiciones presentes permitían el aprovechamiento del recurso con esta especie; junto con ello, el cultivo del suelo.

En los comienzos de la colonización, el uso de los recursos fue lento debido a la falta de infraestructura adecuada, caminos, dificultades en el transporte y la falta de aguadas, pero posteriormente la introducción de tracción animal en los cultivos de secano llevó al incremento de la degradación, siendo este el principal factor de destrucción.

La agricultura se desarrolló en los valles y quebradas de riego. El auge de la minería, el aumento de la población, intensificó la producción; de esta manera hubo necesidad de aumentar la superficie de cultivo a las mejores tierras de secano.

La disminución de la productividad en el secano debido a la pérdida de la fertilidad, erosión, hizo necesario la ocupación de tierra que presentaba nuevas características para la producción agrícola; de esta manera se incrementó la superficie con la consecuente pérdida del recurso.

Por otra parte, la continua y prolongada presión de pastoreo provocó destrucción de las especies herbáceas dominantes, siendo reemplazadas por otras como *Erodium* sp.,

* Transcripción desde cinta magnética y edición de la conferencia dictada durante el I Seminario Taller.

Bromus mollis y en casos extremos por especies herbáceas del género *Plantago*, indicadora del deterioro de la condición de la pradera.

A partir de este siglo, la disminución de las producciones y las exportaciones salitreras disminuyen las demandas de productos agrícolas. Posteriormente, en el año 1940, la agricultura se basa en una economía de autosubsistencia regional. Se realizaron esfuerzos para impedir de alguna manera la destrucción del sistema; sin embargo, el daño en la zona ya se había producido.

Descripción topográfica

El paisaje está dominado por la Cordillera de los Andes, que se extiende de norte a sur, de la cual nacen cordones montañosos que se dirigen hacia la costa. Entre los cordones montañosos se encuentran los valles transversales, que constituyen las cuencas hidrográficas, siendo de gran importancia la del río Huasco en el extremo norte de la región, la del río Elqui, Limarí, Choapa y Aconcagua en el sur, en la región de Valparaíso. En estas cuencas se desarrolla la actividad agrícola de riego. La actividad agropecuaria de secano se desarrolla en mesetas o llanos ubicados entre los valles de mayor importancia, prolongándose hacia la costa, constituidos por topografía irregular y terrazas de sedimentación marina.

Algunos principios básicos del manejo de los ovinos

Existen en todos los sistemas ganaderos factores de producción que de alguna manera influyen en mayor o menor grado en la obtención del producto final del sistema.

La alimentación es uno de los factores más importantes en la obtención del producto pecuario. En la producción agrícola y porcina, la alimentación puede alcanzar hasta el 70% de los costos. Sin embargo, en la producción ovina este factor alcanza hasta 50%.

Esencialmente, la fuente de alimentación de los ovinos es la pradera natural, que entrega los elementos nutritivos requeridos en algunos períodos del proceso productivo. Sin embargo, existen otras fuentes alimenticias como la pradera sembrada (Trébol subterráneo, falaris), que es utilizada en forma estratégica en períodos en que la pradera natural no es capaz de cubrir las necesidades nutritivas de los animales. Por otra parte, en casos extremos y en determinados estados fisiológicos de los animales, una tercera fuente de alimentación es la suplementación con alimentos preparados, para lograr una adecuada producción de carne y lana.

En la siguiente Tabla figuran las necesidades nutritivas de los ovinos en diferentes etapas de producción.

TABLA 1

Necesidades nutritivas de los ovinos

Período	Alimento Kg/animal	%	TND Kg	ED Mcal	Proteínas gr	PD gr
No lactantes y primeras 15 semanas de gestación	1,2	2,6	0,59	2,6	95	54
Últimas 6 semanas de gestación	1,7	3,8	0,91	4,0	145	82
Primeras 8 - 10 semanas de lactancia	2,1	4,6	1,24	5,4	181	100
Últimas 12 - 14 semanas de lactancia	1,7	3,8	0,91	4,0	145	82

FUENTE: National Research Council (1975).

1 Kg TND: 4,4 Mcal (E.D.)

P.D.: Proteína digestible.

En la tabla 1 se observa que las necesidades alimenticias y nutritivas expresadas en TND, ED, Proteína y P.D. aumentan en las últimas semanas de gestación y primer período de lactancia, como producto de las mayores necesidades, para cubrir los requerimientos del feto y posteriormente del cor-

dero. También se visualiza en la Figura 1 los niveles de D.M.O. requerido en todo el período de producción.

La producción ovina se planifica de manera de maximizar la utilización de la estrata herbácea de la pradera natural. Así se utiliza el crecimiento inicial de la pradera

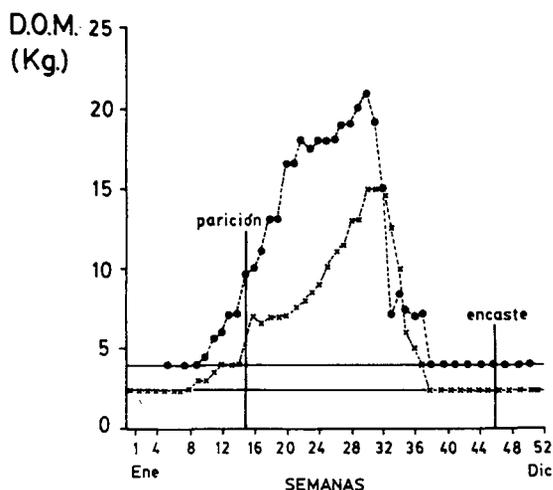


Fig. 1: Distribución de requerimiento anual de alimento para mantenimiento (●-●) y para ovejitas melliceras (x-x) de 55 y 33 kg de peso aproximadamente (Spedding, C.R.W., 1970).

natural en el período de lactancia y crecimiento de los corderos, aprovechando el alto valor nutritivo del pasto como también el gran potencial de crecimiento de los corderos. Para sincronizar las pariciones y el desarrollo de los corderos con el crecimiento de la pradera, se realiza el manejo de encaste a partir del mes de enero y hasta el mes de abril, dependiendo de la zona ecológica donde se encuentre.

Para los períodos último tercio de preñez y primer período de lactancia, se tienen recursos especiales de forraje con el objeto de cubrir las mayores necesidades y obtener una mayor producción.

Con suplementación durante el período prenatal se obtiene mayor peso de las ovejitas, mayor producción de lana y mayor peso de corderos al destete. Esta práctica se puede realizar siempre y cuando las condiciones de producción lo permitan y exista una clara relación de costo y beneficio.

Recurso forrajero

Los ganaderos cuentan con innumerables recursos forrajeros. Sin embargo, en condiciones de secano y principalmente en zonas semiáridas, la pradera natural es el principal recurso forrajero existente para la producción animal. Esta pradera está constituida por todas aquellas especies que aportan tejido vegetal posible de utilizarse en la alimentación del ganado.

Este aporte puede provenir de dos grandes fuentes que componen la pradera natural: la estrata herbácea, constituida por todas las hierbas anuales o perennes, y la estrata arbustiva, constituida por especies leñosas bajas, medias y altas.

La estrata herbácea está constituida principalmente por especies vegetales mediterráneas anuales: *Erodium* sp., *Medicago*, *Avena* sp. como por especies perennes entre las cuales están *Nassella chilensis* y *Stipa neesiana*, principalmente.

El crecimiento de la estrata herbácea depende principalmente de la disponibilidad de agua en el suelo. Este factor hídrico es el principal limitante para el desarrollo y crecimiento de la estrata herbácea (Martin y Berny, 1956), ya que depende de la pluviometría. Sin embargo, existen otros factores que inciden en cierta medida en la productividad de la pradera como los niveles nutritivos del suelo y materia orgánica.

Pluviometrías

El agua caída en forma de lluvia es la única fuente de abastecimiento de la pradera natural; por ello es importante conocer las condiciones que ha presentado este parámetro en la zona semiárida.

En la Figura 2 se pueden observar los datos registrados en las observaciones de precipitaciones de Los Vilos.

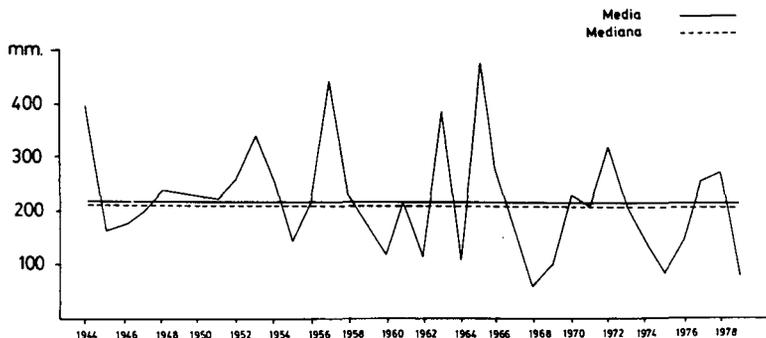


Fig. 2: Valores de precipitación anual registrados en Los Vilos.

Estos valores presentan un promedio de 218,16 mm con 214 mm de mediana y 45% de variación.

Al analizar las pluviometrías registradas, caracterizándolas como años secos, normales o lluviosos, nos encontramos que de los 36 años registrados 36% de los años corresponden a "secos" o "muy secos" y 64% de los años caracterizados como "normal", "lluvioso" o "muy lluvioso".

Precipitación efectiva

La precipitación efectiva es la cantidad de agua que infiltra en el suelo y que realmente queda a disposición de la planta para su absorción. En su trayecto, el agua de la precipitación puede ser interceptada por la vegetación, siendo un volumen no significativo, (Acuña, 1978), pero el agua que no infiltra y escurre por la superficie del suelo es estimada en 60% para el caso de Los Vilos (Bernstein, 1979).

El agua infiltrada es la que queda verdaderamente a disposición de los vegetales. En la Figura 3 se puede observar la humedad expresada en porcentajes volumétricos registrados en el año 1976, en los horizontes 0-20, 20-40 y 40-60 cm.

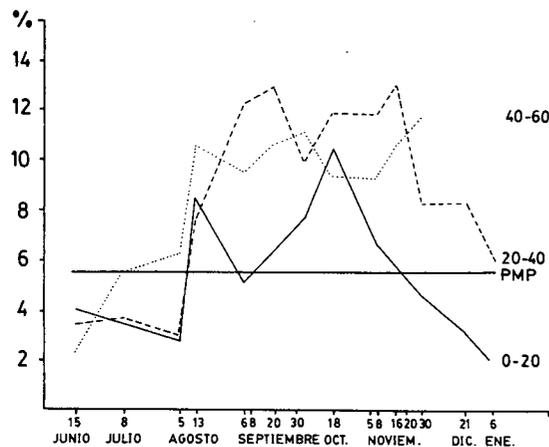


Fig. 3: Niveles de humedad en el suelo en Los Vilos (año 1976).

Es necesario hacer notar que los valores por sobre PMP (Punto de Marchitez Permanente) son los valores de humedad disponible para las plantas. Los valores por debajo de este nivel no tienen ninguna importancia debido a que las plantas no son capaces de utilizar esa humedad. El PMP para el primer horizonte, 0-32 cm, es de 5,65%, y para el

segundo horizonte, 32-78 cm, es de 21,57% (Novoa, 1979).

Normalmente el flujo de precipitaciones es mayor al flujo de absorción de agua en el suelo; esta situación produce un excedente de agua que no puede ser absorbido y que busca el camino del escurrimiento. Sin embargo, para aprovechar el excedente en beneficio del suelo, es necesario construir surcos a nivel, que permitan cosechar el escurrimiento, almacenando el exceso de agua hasta que el suelo sea capaz de absorberlo. Los suelos manejados con el sistema indicado presentan mayor contenido de humedad que aquellos suelos que no presentan dicho manejo.

Desarrollo de la Pradera

El ciclo anual de la pradera comienza con la germinación de las semillas de cada uno de los componentes, continuando con un lento crecimiento de invierno, incrementándose significativamente en primavera para terminar con la fructificación, la cual ocurre entre los meses de octubre y noviembre.

Las curvas presentadas en la Figura 4 corresponden a la producción acumulada de la estrata herbácea expresada en Kg de Materia Seca por há bajo las condiciones presentadas en la temporada de 1976.

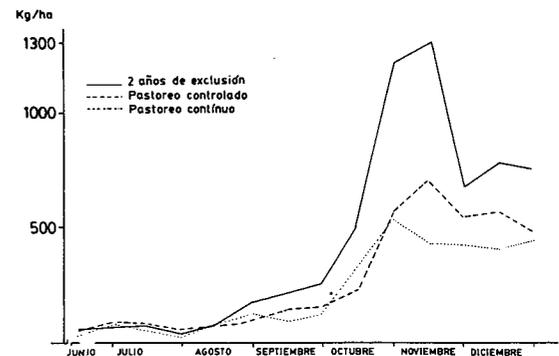


Fig. 4: Curva de producción herbácea acumulada en Kg/Há de materia seca (temporada 1976).

El crecimiento de la pradera comenzó en el mes de junio, para alcanzar su máxima expresión en el mes de octubre, a partir del cual comienza el término del ciclo, con la disminución de la productividad. Este ciclo se presenta normalmente en la misma forma, de acuerdo a las presentaciones pluviométricas de la temporada y la pérdida de humedad del suelo.

Posibilidades de fertilización

La aplicación de fertilizantes es uno de los métodos que se puede utilizar para aumentar la productividad de la pradera, permitiendo una mayor cobertura vegetal, mejorando la calidad y cantidad de la pradera. Sin embargo, en zonas de secano, la utilización de esta técnica es limitada debido principalmente a las limitantes hídricas. Asimismo, en Migda Experimental Farm, Israel, se ha determinado que en zonas de secano con pluviometrías sobre 150 mm los nutrientes son los factores limitantes de la producción.

En la Subestación Experimental Los Vilos se estableció un ensayo con el objeto de conocer el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada. En la Figura 5 se puede observar la respuesta del nitrógeno.

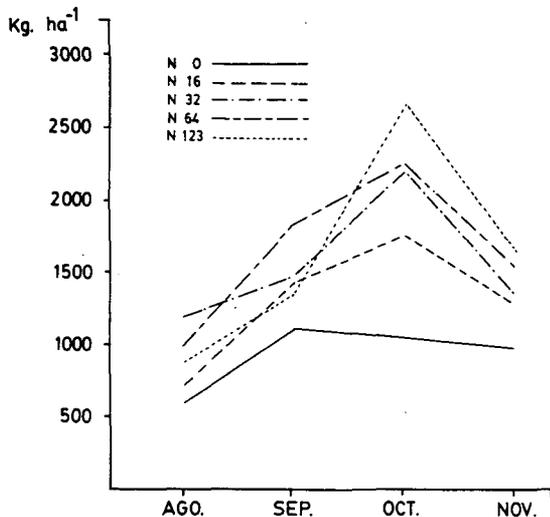


Fig. 5: Producción acumulada de la pradera natural fertilizada con 5 niveles de nitrógeno (Kg m.s há⁻¹).

Sin embargo, esta técnica se ve limitada por su costo económico, aunque puede ser que el segundo o tercer año, usando el mayor recurso en forma estratégica, sea posible incrementar la cantidad de Materia Seca por medio de la fertilización.

Revegetación de la pradera

La cantidad y calidad de la producción son las características más importantes para valorar la productividad de la pradera. Sin embargo, estos factores, calidad y cantidad, dependen fundamentalmente de la condición de la pradera y humedad de suelo pa-

ra que una determinada condición pueda expresar su máxima potencialidad productiva.

En cierto modo, la calidad y cantidad pueden ser modificadas en ciertos rangos con el manejo que se realice a través de los distintos factores productivos que inciden en la mayor expresión de los forrajes.

El sobretalajeo de los ecosistemas por el ganado doméstico lleva a una retrodegradación de las praderas, produciendo cambios tales que significarán la destrucción de la vegetación, pérdida de protección del suelo y destrucción de éste (Olivares y Gastó, 1971).

El manejo que se ha realizado en la región de Coquimbo ha llevado a las praderas naturales a una mínima expresión, considerando los factores productivos que escapan al control del hombre.

Esta situación se ve reflejada y comprobada en estudios realizados en una zona representativa, cual es en el transecto Canela baja-Combarbalá entre los paralelos 31° y 32° de latitud sur. Se incluyen sectores que van desde la costa hasta los llanos occidentales, donde se determinó que el proceso intensivo de utilización y mal manejo de los recursos naturales condujo al ecosistema a estados sucesionales inferiores al clímax en la mayoría de los sectores. Sin embargo, esta situación puede ser generalizada en todos los sectores existentes en la zona árida y semiárida (Gastó y Contreras, 1979).

Frente a la situación planteada es necesario realizar una revegetación de los ecosistemas naturales, principalmente de las praderas, de manera de lograr una mayor productividad de estos sistemas.

La recuperación de la pradera a niveles productivos más altos se puede llevar a cabo a través de diferentes técnicas: exclusión, fertilización, pastoreo controlado, resiembra y siembra de especies anuales mediterráneas de pluviometría limitada.

En trabajos realizados en California se ha demostrado que la exclusión de superficie de pastoreo con animales lleva rápidamente al desarrollo de las hierbas, siendo favorecidas algunas especies vegetales más que otras, particularmente especies de crecimiento erecto (Jones y Evans, 1960). La misma respuesta ha sido observada en exclusiones realizadas en diferentes zonas de la Región de Coquimbo, especialmente en las plantaciones de adaptación de especies forrajeras arbustivas, en las plantaciones

extensivas de arbustos forrajeros y en las exclusiones de pequeñas quebradas.

En la zona Central de Chile, de regímenes pluviométricos con media anual de 304 mm, se observó en exclusiones post-aradura que el tiempo juega un papel preponderante, a través de una mayor variabilidad en la composición botánica. Posteriormente, serían más importantes las influencias antropogénicas, manifestadas a través de la competencia intraespecífica de especies exóticas y utilización de la pradera con ganado doméstico. En primera instancia la composición botánica estaba dominada por especies de la familia *Crucifera* y *Boraginaceae*, formando comunidades densas, para cambiar posteriormente en no menos de 5 años a especies de la familia *Geranaceae*, particularmente *Erodium cicutarium* (Olivares y Gastó, 1971).

Los antecedentes aportados por Olivares y Gastó (1971) nos permitirían expresar que la exclusión y el pastoreo, en una combinación adecuada, lograría una revegetación posiblemente muchísimo más rápida. Esto es de suma importancia debido a que a los agricultores les interesa utilizar sus campos más rápido, con el objeto de obtener mayores ventajas económicas. Por otra parte, el pastoreo con animales domésticos ejerce influencias en la composición botánica de la estrata herbácea de la pradera natural. En la Estación Experimental de Hopland California, Pitt y Heady (1979) encontraron que especies del género *Bromus* se incrementaban con pastoreo liviano y decrecían con pastoreo pesado a diferencia de especies *Erodium*, teniendo como efecto un impacto en la composición botánica y en el residuo que se incorpora al suelo.

La respuesta a la exclusión, como método de revegetación, es debido principalmente a que se mejoran ciertas características o factores productivos del medio: aumento de los niveles de materia orgánica, dotación de semilla, mayor infiltración, fertilidad, y permite mayor expresión de las sucesiones vegetales. Biswell (1956) y Heady (1961) encontraron indicios que el "mulch" era un factor de gran importancia en la productividad de la pradera. Posteriormente James et al. (1980) determinaron que la producción de pradera disminuía drásticamente al eliminar el "mulch" antes de la germinación de la semilla. Otro factor importante es la dotación de semilla en el suelo, lo cual es bastante grande; sin embargo, observaciones preliminares realizadas por la Subes-

tación Experimental Los Vilos, en pradera con un alto grado de degradación demuestran que solamente el rezago de un año produce un 50% más de semilla que aquella superficie no rezagada durante el primer año.

Estrata arbustiva

En zonas áridas y semiáridas de Chile la utilización de la estrata herbácea está limitada a un período que oscila entre julio y noviembre. Posteriormente, la utilización de esta estrata es limitada al residuo del rezago y a la estrata arbustiva. En las mejores condiciones se podría utilizar el heno en pie hasta el mes de enero-febrero, pero el resto del año no existe un recurso herbáceo natural posible de talajear. Por ello es que antiguamente se trashumaba con el ganado hacia faldeos cordilleranos en el mes de diciembre, para regresar entre mayo-junio de la temporada siguiente.

Ante esta situación, la única alternativa posible de utilizar es el forrajeo de los arbustos nativos o arbustos establecidos con el objeto de cumplir con las necesidades alimenticias del ganado durante el período seco del año.

Existen pocos estudios sobre el uso de las especies vegetales arbustivas que pueden ser fuente de alimentación de los animales domésticos. Sin embargo, se ha observado que los animales ramonean algunas especies, especialmente en período de extrema sequía, cuando no existe otro recurso.

El ramoneo de especies arbustivas se intensifica en aquellas zonas que poseen un mayor período de meses secos, por no tener otro recurso alimenticio. Sin embargo, existen varios factores que condicionan este forrajeo, como Aceptabilidad, Densidad, Epoca, Disponibilidad, Presión de pastoreo, Altura de vegetación y Especie.

- *Aceptabilidad*: Existen especies vegetales que son rechazadas por presentar repelentes, principios tóxicos, concentraciones de sal y otros.
- *Densidad*: Es muy posible que la densidad esté en estrecha relación con la aceptabilidad por parte del ganado.
- *Epoca*: Las especies vegetales sufren variaciones a lo largo del año. Estas variaciones se ven reflejadas en la fenología que puede inducir cambios a los principios nutritivos de la especie.

- *Disponibilidad*: Los animales realizan una selección del follaje que consumen de acuerdo a la aceptabilidad y la disponibilidad de cada uno de los componentes del arbusto.
 - *Presión de pastoreo*: Tal vez sea el factor más importante en el manejo de ganado en praderas arbustivas. Principalmente es el factor que el ganadero tiene para controlar el efecto de la defoliación de los arbustos y su posterior recuperación. Con la presión de pastoreo se puede controlar la intensidad de ramoneo, debido que al usar altas presiones disminuye la disponibilidad de alimento por animal, permitiendo que los animales talajeen arbustos con bajo grado de aceptabilidad. Por el contrario, con bajas presiones de pastoreo, los animales disponen de mayor forraje, pudiendo inducir a un menor grado de ramoneo y a una selectividad de la especie vegetal a talajear.
 - *Altura de vegetación*: La estrata arbustiva puede clasificarse como especies leñosas bajas, medias y altas. Existe una serie de especies vegetales arbustivas leñosas que son forrajeras, pero debido a su tamaño se ven limitadas en el consumo. En estos casos es necesario realizar manejo adecuado para permitir su consumo.
 - *Especies*: Las especies animales tienen distintas capacidades de ramoneo. Es conocida la capacidad de los caprinos, debido a la característica de su labio superior, de ser selectivo en el ramoneo del tejido nuevo de las especies arbustivas, y por causa aún desconocida necesitan, al parecer, del ramoneo, el producto de algún compuesto químico presente en las especies vegetales leñosas. Aunque los ovinos ramonean, su capacidad es menor al que poseen los caprinos.
- En la Región de Coquimbo existen numerosas especies vegetales que pueden ser fuente de alimento para el ganado doméstico y que comúnmente consumen, entre ellas:

Estrata de MICROFANEROFITAS

<i>Nombre científico</i>	<i>Vernáculo</i>	<i>Consumen</i>
<i>Maytenus boaria</i>	(Maitén)	
<i>Prosopis chilensis</i>	(Algarrobo)	Hojas, frutos
<i>Geoffroea decorticans</i>	(Chañar)	Hojas, frutos
<i>Salix</i> sp.	(Sauce)	Hojas

Estrata NANOFANEROFITAS

<i>Adesmia cinerea</i>	(Varillamanza)
<i>Flourensia thurifera</i>	(Incienso)
<i>Fuchsia lycioides</i>	(Palo blanco)
<i>Atriplex repanda</i>	
<i>Atriplex atacamensis</i>	
<i>Acacia caven</i>	(Espino)
<i>Proustia pungens</i>	(Puscaria, husillo)

Estrata CAMEFITAS

<i>Adesmia arborea</i>	(Palhuen)
<i>Adesmia atacamensis</i>	(Pasto de huanaco)
<i>Atriplex coquimbensis</i>	(Ojalar)
<i>Atriplex semibaccata</i>	(Pasto salado)
<i>Bahia ambrosioides</i>	(Crespillo)

Algunos parámetros de valor nutritivo de especies arbustivas figuran en la siguiente Tabla 2.

TABLA 2

Parámetros nutritivos de especies arbustivas nativas		
Especie	Digestibilidad	Proteína
	<i>in vitro</i> Materia Seca %	
<i>Maytenus boaria</i>	76,26	11,75
<i>Proustia pungens</i>	63,16	8,56
<i>Acacia caven</i>	56,89	14,81
<i>Flourensia thurifera</i>	53,76	8,97
<i>Adesmia arborea</i>	53,50	11,34
<i>Pridgesia incifolia</i>	76,50	8,78

FUENTE: Lailhacar K, S. (1979) Recursos forrajeros para la producción ovina en la zona mediterránea árida y semiárida de Chile. Secano comprendido entre los valles transversales de Elqui y Aconcagua.

Arbustos forrajeros establecidos

Las limitantes en la producción de forraje y de degradación de las praderas obligó a la búsqueda de nuevas alternativas que suplieran de alguna manera las necesidades de forraje en el período seco del año.

Opazo (1939) publicaba algunas características del Sereno (*Atriplex repanda*) y Pasto salado (*Atriplex semibaccata*) en relación a la resistencia a la sequía y la característica de permanecer con sus hojas verdes durante el verano, que sirven de recurso alimenticio al ganado en ese período.

Años más tarde, diversos investigadores comenzaron un programa de estudio de la especie *Atriplex repanda* y de otras especies que fueron introducidas desde regiones con características semejantes a las existentes en Coquimbo.

En la actualidad los arbustos forrajeros son considerados como suplemento alimenticio en períodos críticos, utilizándolos en forma estratégica en el período de último tercio de preñez y período de lactancia, momentos en que los requerimientos de los animales se incrementan. También en caso de sequías extremas es necesario utilizar este recurso, pero siempre su utilización debe estar asociada al manejo de la estrata herbácea, con el objeto de realizar un manejo eficiente del ganado.

Las observaciones realizadas en INIA-Los Vilos indican que de las especies evaluadas

sobresalen: *Atriplex glauca*, *Atriplex nummularia*, *Galenia secunda*, *Atriplex halimus* entre otras (Tabla 3), por su productividad a los 18 meses después del establecimiento, en evaluaciones realizadas en febrero 1980.

El valor nutritivo de estas especies es alto si consideramos que durante el mismo período del año la estrata herbácea tiene porcentaje de proteína de 6%, alcanzando niveles máximos de 20% en primavera. Entre las especies estudiadas sobresalen *Atriplex repanda*, *Atriplex semibaccata* y *Kochia brevifolia* (Tabla 3).

TABLA 3

Producción de forraje y contenido de Proteína de los arbustos forrajeros evaluados en Los Vilos (Kg M.S. há⁻¹)

	18 meses febrero Kg M.S. há ⁻¹	PB (%)
I. Hábito CAMEFITAS:		
1. <i>Atriplex coquimbensis</i>	5,1 b	16,80
2. <i>Atriplex glauca</i>	98,7 ab	13,16
3. <i>Atriplex semibaccata</i>	102,7 ab	18,78
4. <i>Galenia secunda</i>	119,2 ab	13,15
II. Hábito NANOFANEROFITAS:		
1. <i>Atriplex breweri</i>	13,38 b	16,07
2. <i>Atriplex canescens</i> T	23,41 b	15,76
3. <i>Atriplex canescens</i> L.V.	23,41 b	15,27
4. <i>Atriplex cinerea</i>	36,75 b	16,54
5. <i>Atriplex halimus</i> T	75,33 ab	14,07
6. <i>Atriplex halimus</i> T	74,44 ab	13,55
7. <i>Atriplex halimus</i> L.V.	95,85 ab	13,10
8. <i>Atriplex hymenotheca</i>	66,59 ab	14,42
9. <i>Atriplex lentiformis</i>	10,64 b	13,59
10. <i>Atriplex nummularia</i>	134,14 a	16,31
11. <i>Atriplex portulacoide</i>	115,05 ab	12,79
12. <i>Atriplex repanda</i>	5,02 c	20,66
13. <i>Atriplex</i> sp <i>argentina</i>	27,23 b	16,91
14. <i>Atriplex vesicaria</i>	76,39 ab	13,42
15. <i>Enchylaena tomentosa</i>	111,05 ab	14,33
16. <i>Kochia brevifolia</i>	89,74 ab	17,17
17. <i>Kochia triptera</i>	88,03 ab	14,97
18. <i>Kochia tomentosa</i>	55,31 b	14,67

Estas especies en su mayoría tienen baja germinación de sus semillas, que para el caso de *Atriplex repanda* ha significado entre 2-10% de germinación. La disminuida germinación es producto del fruto que corresponde a una nuez constituida por dos bracteas que difícilmente se puede eliminar para aumentar el porcentaje de germinación. Este hecho, y la baja capacidad ecológica para desarrollarse en condiciones de compe-

tencia con otras especies vegetales, ha significado que la obtención de estas plantas se realice en viveros. El establecimiento en terreno definitivo se realiza con tamaño de planta con altura de 25-45 cm, durante el período invernal y comienzo de primavera, con humedad de suelo adecuada. Las plantas se ubican en hoyos de tamaño 30 x 30 x 30 cm o en el camellón de surcos a nivel.

Entre las especies estudiadas existen algunas como *Atriplex semibaccata* y *Galenia secunda* que pueden ser sembradas, teniendo buen éxito el establecimiento. Con esta forma de establecimiento se logra disminuir los costos debido a que se elimina todo el proceso de viveración. La siembra se realiza en los meses invernales, de preferencia en agosto, cuando las temperaturas comienzan a subir y existe un nivel de humedad adecuado para la germinación. Se utilizan 10 Kg y 800 gr de semilla há^{-1} para *Atriplex semibaccata* y *Galenia secunda*, respectivamente.

El desarrollo de estas plantas se produce esencialmente durante los meses de septiembre-enero, para declinar en los meses otoñales. Este desarrollo puede aumentar significativamente si durante la plantación se fertiliza con nitrógeno, logrando un crecimiento al año de establecimiento equivalente a crecimiento de dos años de plantas testigos. Además se logran efectos adicionales, en relación al desarrollo de la estructura de la planta, que permiten afrontar en mejores condiciones al medio y se logra recuperación al talajeo en tiempo muchísimo más rápido.

El establecimiento de las plantas se puede realizar con densidades entre 600 y 1.200 plantas por há, equivaliendo a distancias de plantación de 4 x 4 y 3 x 3 y sus combinaciones. El criterio usado para establecer una determinada densidad está condicionado por los factores productivos como suelo, especie, topografía, objetivo de manejo y otros.

La necesidad de mejorar el recurso forrajero en aquellas condiciones devastadas de vegetación, llevó a la idea de buscar una nueva arquitectura vegetal donde estuvieran representadas todas las estructuras posibles. Sin embargo, en la explotación ganadera este concepto o esta nueva arquitectura puede ser limitada por la aceptabilidad por parte del ganado de las diferentes especies constituyentes de la pradera, produciendo un sobretalajeo de unas y subuti-

lización de otras especies. Pero debe considerarse en estas plantaciones sectores con especies arbóreas que sirvan de sombreadores y de protección para los animales, especialmente durante los días con temperaturas altas. Los arbustos una vez establecidos deben permanecer excluidos como tiempo mínimo 1 año; sin embargo, normalmente se comienzan a utilizar en el segundo período seco después de establecido. El talajeo debe ser con cargas altas para lograr el consumo total del recurso. En trabajos realizados en Los Vilos se estima que estos arbustos, dependiendo de la condición en que se encuentren, son capaces de soportar una carga equivalente a 1,7-2,0 ovejas há^{-1} año.

Trabajos realizados principalmente en Australia indican que con 2,0 oveja há^{-1} año bajo condiciones de pastoreo continuo se produce al segundo año un porcentaje de mortalidad alto, que puede eliminar la totalidad de las plantas establecidas, debido a que el talajeo produce cierto nivel de pérdida de raíces. Por otro lado, la productividad animal disminuye al segundo año en las condiciones establecidas.

Estos arbustos, de acuerdo a los sistemas establecidos, son usados exclusivamente durante el período seco del año, realizando solamente un talajeo anual, debido a que no tienen capacidad de mayores talajeos para permitir su recuperación durante el período de primavera.

Los arbustos se pueden establecer en toda la región árida y semiárida. Sin embargo, en zonas con pluviometrías mayores a 350-400 mm, como la región de Valparaíso, el desarrollo de los arbustos es mínimo si se considera que la pradera natural tiene potencialidades muchísimo mayores a las actuales. Por otra parte, el prendimiento y el desarrollo de estas especies es afectado por la competencia que se produce con las especies herbáceas de la pradera natural. También en estas zonas existen otros recursos forrajeros de mayor potencial que el de los arbustos forrajeros.

Para terminar, deseo expresar que este recurso por sí solo no soluciona los problemas agropecuarios existentes en la región árida y semiárida; sólo es un eslabón que interactúa con otros eslabones formando una larga cadena que permite obtener de alguna manera una producción agropecuaria que va en ayuda del desarrollo de la región para lograr un mejor nivel de vida de la población.

REFERENCIAS

- ACUÑA, P.H. (1978). Relaciones entre productividad primaria y pluviometría en una pradera anual de la zona mediterránea semiárida de Chile. Tesis (Mag. Sci.). Santiago, Universidad de Chile, Chile.
- BENJAMIN, R. (1980). General report on the integrated management of pasture in the IVth region (Chile). State of Israel, Project UNDP/RLA/74-018, Edited by J. Rutenberg, Rehovot, Israel, November 1980.
- BERNSTEIN, J.E. (1976). Descripción del Area de Influencia del Proyecto. En: Informe de Investigación Agropecuaria, Proyecto PNUD RLA/74/018. Seminario Internacional sobre zonas áridas. CEPAL, agosto, Santiago, Chile.
- BERNSTEIN, J.E. (1979). Comunicación personal. Investigador Programa Recursos Ambientales. Subestación Experimental Los Vilos, Chile.
- BISWELL, H.H. (1956). Ecology of California Grasslands. J. of Rang. Mang. 9: 9-24.
- GASTO, J. (1966). Variaciones de las precipitaciones anuales en Chile. Boletín Técnico N° 24. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- GASTO, J., CONTRERAS, D. (1979). Un caso de desertificación en el norte de Chile, el ecosistema y su fitocenosis. Boletín Técnico N° 42, enero 1979, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- GUTIERREZ, T., SQUELLA, F., MENESES, R. (1981). Comportamiento de diferentes especies de arbustos forrajeros bajo condiciones de clima mediterráneo semiárido. VI Reunión Técnica Anual, Sociedad Chilena de Producción animal, agosto 1981.
- HEADY, H.F. (1961). Continuous vs. specialized grazing systems: A review and application to the California annual type. J. Rang. Manag. 14: 182-193.
- HAMMOND, J. (1953). Avances en Fisiología Zootécnica. Volumen II. Ed. Acribia. Zaragoza, España, 1953.
- INIA. (1980). Informe técnico, reunión de programación, producción animal Subestación Experimental, Los Vilos, agosto, 1980.
- INIA (1981). Informe técnico anual 1980-1981, Area de Producción Animal. Programas, Praderas, Ovino, Bovinos de carne, Bovinos de leche y Aves. Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.
- JAMES, W.B., STROUD, M.C., HEADY, H. (1980). Influence of natural mulch on forage production on differing California annual range sites. J. of Rang. Manag. 33 (1): 4-8.
- JONES, M.B., EVANS, R.A. (1960). Botanical composition changes in annual grasslands as affected by fertilization and grazing. Agron. Jour. 52: 459-461, 1960.
- KARTZOW, G., LAILHACAR, R. (1965). Ensayos sobre establecimiento de *Atriplex semibaccata* R. Br. en la zona costera de la provincia de Coquimbo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- LAILHACAR, S. (1979). Recursos forrajeros para la producción ovina en la zona mediterránea árida y semiárida de Chile: Secano comprendido entre los valles transversales de Elqui y Aconcagua. En Primer Curso de Producción ovina. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. Agosto, 1979.
- MARTIN, W.E., BERRY, L.J., WILLIAMS, W.A. (1957). Range fertilization in a dry year. Fourth Progress Report. Univers. Calif. Ext. Serv.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES-NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1975). Nutrition requirement of sheep. 5th ed. Washington D.C.
- NOVOA P. (1979). Efecto de los surcos en contorno en el balance hídrico de un suelo derivado de terrazas marinas en región árida. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- OLIVARES, A., GASTO, J. (1971). Comunidades de terófitas en Subseres postaraduras y en exclusión en la estepa de *Acacia caven* (Mol) Hook Et Arn. Boletín Técnico N° 34. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- OPAZO, B. (1939). Monografía cultural de las diversas plantas agrícolas. 3ª edic. Santiago, Chile.
- ORGANIZACION DE NACIONES UNIDAS (1977). Estudio de caso sobre la desertificación, región de Combarbalá, Chile. Conferencia de las Naciones Unidas sobre la desertificación. Agosto-septiembre, Nairobi, Kenya.
- PITT, M.D., HEADY, H.F. (1979). The effect of grazing intensity on annual vegetation. J. of Rang. Manag. 32 (2).
- SPEEDING, S. (1968). Producción ovina. Editorial Academia. León, 1968.
- SQUELLA, F., GUTIERREZ, T. (1980). Epoca y dosis de siembra de *Galenia secunda* en la zona del secano en la costa de la provincia del Choapa (Chile). Congreso internacional de estudios de zonas áridas y semiáridas. Programa de investigación de zonas áridas y semiáridas. Universidad de Chile. Enero 1980. La Serena, Chile.
- SQUELLA, F., GUTIERREZ, I., MENESES, R. (1981). Arbustos forrajeros. Boletín Divulgativo N° 79. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
- SQUELLA, F., MENESES, R. (1981). Evaluación de especies forrajeras arbustivas, bajo condiciones de clima mediterráneo árido. XXXII Jornadas Agronómicas, La Serena, octubre 1981, Chile.
- SQUELLA, F., MENESES, R. (1980). Evaluación de la productividad en pradera nativa y naturalizada, recolectada bajo condiciones de manejo diferente: V Reunión Técnica anual. Sociedad Chilena de Producción Animal. Esc. de Agronomía y Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile.
- WILSON, A., LEIGH, J.H., MULHAM, W.E. (1969). A study of merino sheep grazing a bladder saltbush (*Atriplex vesicaria*) cotton-bush (*Kochia aphylla*) community on the riverine plain. Austr. J. Agric. Res. 20: 1123-1136.

Interpretación histórica y perspectivas en el uso del matorral esclerófilo*

RODOLFO GAJARDO MICHELL

Departamento de Silvicultura y Manejo
Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias
y Forestales, Universidad de Chile
Santiago

Originalmente, el objetivo de esta intervención era el análisis de la evolución histórica y el estado actual de uso del matorral esclerófilo. Pero en conversaciones mantenidas con otros participantes en este Seminario-Taller, sobre algunos conceptos y términos que se utilizan para referirse al matorral esclerófilo, me han hecho ver la necesidad de ampliar el ámbito de mi intervención hacia la definición de algunos conceptos básicos.

En primer lugar, observemos la proyección de esta imagen**, que nos permite formular una interrogante y crear una inquietud.

Podemos ver en la pantalla una formación vegetal que técnicamente puede ser considerada como matorral. Si, en forma general, indicamos cuál es la composición florística de esta comunidad vegetal, encontramos especies arbustivas de los géneros *Schinus*, *Colliguaya*, *Baccharis* y *Adesmia*, que son las dominantes de la estrata superior. En el tapiz herbáceo que se encuentra entre los arbustos, son muy frecuentes especies de los géneros *Vulpia* y *Erodium*.

Ahora bien, considerando la fisonomía y composición florística mencionadas, se podría preguntar a los especialistas aquí reunidos sobre el lugar a que corresponde esta diapositiva. La probable respuesta podría resumirla yo mismo. Por la fisonomía y composición florística, corresponde aproximadamente a algún sector relativamente bien conservado en las cercanías de Los Vilos, como ejemplo típico de matorral en la IV Región. Pero esta imagen era para motivar una inquietud, pues corresponde a la vegetación que existe en el sur de la XI Región, en las proximidades del Lago General Carrera. Es un matorral típico, poco in-

tervenido, en el cual encontramos muchas especies que nos son familiares en la Zona Central del país.

Ahora observamos una segunda imagen, donde ustedes pueden ver un bonito bosque, con epifitas y gruesas lianas poco comunes en la vegetación chilena, en que si mencionamos la composición florística, encontramos árboles de los géneros *Dasyphyllum*, *Beilschmiedia*, *Citronella*, *Persea* y *Cryptocarya*. Si preguntamos en qué lugar de Chile se encuentra este bosque, sería difícil precisar alguna localidad, pues se trata de un tipo de vegetación escaso y poco conocido. En todo caso, corresponde a un sector del Parque Nacional La Campana, en la V Región.

Estas dos imágenes que hemos observado nos sirven de introducción a la problemática que señalan los conceptos en uso sobre el matorral esclerófilo. En este aspecto, es preciso remontarse a la definición de la vegetación original que existía antes que comenzara el proceso de alteración.

Si actualmente definimos para la Zona Central del país una formación vegetal de matorral esclerófilo, es porque éste es el resultado de la regresión de un ecosistema que ha estado sometido a una fuerte presión de explotación durante más de 300 ó 400 años. En ciertos casos, podría sospecharse que esta explotación es aún anterior.

Aquí descubrimos una interrogante que siempre es formulada: ¿Qué vegetación existía antes? Está implícita en esta pregunta la casi evidencia de una vegetación original diferente, tanto en su fisonomía como en su composición florística.

Frente a esta interrogante se pueden tomar varios caminos para encontrar una res-

* Transcripción desde cinta magnética y edición de la conferencia dictada durante el I Seminario Taller

** Durante esta conferencia se proyectó una serie de diapositivas, cuya reproducción en esta publicación no es posible por razones técnicas.

puesta. En primer lugar, es posible intentar una definición de la capacidad de sustentación media para los ambientes de esta región. Es decir, cuál es la cantidad de biomasa que puede contener una cierta unidad de superficie y si ésta corresponde a una estepa, a un matorral o a un bosque. Desde este punto de vista, es probable que las posibilidades actuales de sustentación no sean muy superiores a lo que hoy día observamos.

Dinámica de la vegetación

Es preciso considerar aquí que la vegetación tiene su propia dinámica y su propia dimensión temporal, que es independiente del tiempo humano.

Considerando la dinámica de la vegetación en sí misma, es posible apreciar que se manifiesta como una respuesta de las propiedades de los componentes vegetacionales y de la relación que mantienen con su medio ambiente. Frente a ciertas condiciones ambientales, la respuesta vegetacional se expresa como una forma de vida y una ocupación del espacio. Si la potencialidad del ambiente es suficiente para la existencia de un bosque, la forma de vida dominante serán los árboles, que estarán organizados en relaciones verticales de estratificación y horizontales de densidad. Serán peculiares a las características del ambiente el tipo de adaptaciones que presenten los componentes.

Si analizamos las perspectivas de nuestra discusión, en la Zona Central de Chile las posibilidades de sostenimiento del medio ambiente son algo mayores que aquellas que determinan un matorral. Podemos actualmente encontrar una situación general con la fisonomía de un matorral; pero también es posible descubrir remanentes boscosos que nos indican que la situación original pudo haber sido diferente.

Respecto a la vegetación original, debemos imaginar que respondía a una de las características de esta región del país, cual es la gran heterogeneidad geográfico-ecológica; es decir, un mosaico de unidades con condiciones ambientales diferentes repartidas en una superficie relativamente pequeña. Estas unidades vegetacionales pueden ser inferidas a partir de lo que hoy existe como remanente.

Examinando, como ejemplo, el bosque de *Cryptocarya alba* que aún persiste en una quebrada del Cerro Manquehue, aquí en las cercanías de Santiago, podemos pre-

guntarnos sobre cuál era su extensión original. Se sabe a ciencia cierta que el sector actualmente cubierto por bosque ha sido objeto de medidas de protección especial desde hace muchos años, mientras que la superficie que lo rodea era sometida a una explotación bajo la forma de pastoreo, extracción de leña y elaboración de carbón, estando sujeta periódicamente a la acción del fuego.

En las laderas cubiertas de matorrales, se observan algunos elementos arbóreos, con muy baja densidad, y también renovales de especies forestales. En todo caso, es siempre *Cryptocarya alba* la especie más frecuente en toda la ladera de exposición sur. En este punto, se debiera efectuar el correspondiente análisis ambiental para establecer los límites ecológicos de la especie en el sector. Por simple inspección visual, no es muy riesgoso afirmar que debe haber cubierto prácticamente toda la ladera de exposición sur, constituyendo un bosque con un dosel superior más o menos alto, según la condición local.

Este comentario podría repetirse para muchos otros lugares, a partir de las especies presentes y de la calidad potencial del ambiente en que se encuentran. Pero, existe un serio obstáculo en la falta de información sobre el comportamiento de las especies y, también, sobre las características de los ambientes en que éstas crecen.

Me voy a remitir a un límite geográfico arbitrario, que va aproximadamente desde el río Elqui hasta el Bío-Bío (entre los 30° y los 38° Lat. Sur), donde en líneas generales existe la formación vegetal que puede ser denominada matorral esclerófilo. En esta región predominan dos gradientes ambientales principales: un cambio gradual de norte a sur, que se manifiesta en un incremento de las precipitaciones según aumenta la latitud, y un cambio oeste-este, alejándose de la influencia oceánica. Estas dos grandes tendencias ambientales son modificadas localmente por la presencia de cordones montañosos transversales y de la Cordillera de la Costa; hacia el este, se encuentra la influencia dominante de la Cordillera de los Andes.

En la gran diversidad de ambientes, principalmente montañosos, de la región que estamos estudiando, es posible encontrar tipos muy variados de formaciones vegetales. Existe un amplio margen de posibilidades de sostenimiento de unidades más o menos complejas, que, aún bajo la forma

casi relictual, nos revelan un paisaje vegetal mucho más expresivo que aquel habitualmente considerado como matorral.

Intervención humana

¿Qué ha significado la intervención humana en este sistema que someramente describimos como tan rico en posibilidades? Esencialmente, la situación actual de aparente simplicidad estructural, que referimos bajo la formación vegetal de matorral, es atribuible al conocido proceso de desertificación. Es decir, una pérdida de la productividad o capacidad de sostenimiento de cada una de las unidades ambientales originales, que se manifiesta como pérdida de la diversidad estructural hacia tipos vegetacionales con menores requerimientos.

El deterioro del sistema vegetación-suelo refleja el tipo de explotación o desmonte que se efectuó en esta región. Y aquí tenemos lo que originalmente era el contenido de esta presentación.

Cuando llega el colonizador, en primera instancia lo que necesita es tierra donde asentar el modo de explotación que es propio de su cultura. Generalmente, los colonizadores son pueblos de un cierto nivel cultural, que han dejado atrás las etapas de integración a un sistema natural boscoso. Más directamente, al parecer los pueblos que han venido a instalarse en Chile como colonizadores no estaban familiarizados con formaciones vegetales del tipo bosque. Han sido pueblos de agricultores y ganaderos; es decir, para ellos el sistema bosque es un obstáculo que debe eliminarse. Siendo a este respecto poseedores de una tecnología muy primitiva, no conocían otros métodos de desmonte sino aquellos que utilizan el fuego.

El fuego

Supongamos que para un pueblo cualquiera el objetivo de uso de la tierra es la ganadería. Esta es una actividad relacionada directamente con formaciones vegetales herbáceas o arbustivas bajas. Si este hipotético pueblo se encuentra con un bosque, indudablemente que no podrá sobrevivir si no elimina primero a los árboles y los arbustos, pues no conoce las técnicas adecuadas para utilizar este sistema. Pero sí conoce el método para hacer "campo", que es el uso del fuego y procede en consecuencia a quemar el bosque y el matorral.

¿Qué ocurre con la capacidad de respuesta regenerativa del sistema planta-suelo? Después del incendio, a la siguiente temporada, la falta de las estratas arbóreas y arbustivas señala una dominancia inmediata de la estrata herbácea, que ahora no encuentra competencia y que además tiene a su favor el stock de nutrientes liberados del material leñoso. Tenemos aquí la pradera que requiere el ganadero. Pero, junto con el crecimiento de la hierba, se produce un abundante rebrote de las especies leñosas que aún están vivas. Y, al cabo de algunos años, se encuentra en plena recuperación la forma de vida leñosa, que vuelve a recuperar tanto la dimensión vertical como horizontal, haciendo retroceder la hierba y obstruyendo el paso de los animales.

Nuevamente el hombre recurre al uso del fuego, se repite el ciclo y así sucesivamente. Pero las cepas van perdiendo su capacidad de brotación y van muriendo; al mismo tiempo disminuye la producción de semillas y las plántulas que germinan mueren por el fuego o son comidas por los animales. La capacidad regenerativa de una comunidad vegetal es bastante alta, pero llega un momento en que sus posibilidades se ven superadas, no por el efecto mismo sobre las plantas, sino por el deterioro que sufre el medio que éstas ocupan.

Cuando se eliminan las estratas arbóreas y arbustivas, se provoca un efecto inmediato sobre el suelo. En primer lugar, se disminuye bruscamente el aporte de materia orgánica, con lo cual baja la actividad biológica del suelo. En segundo lugar, el suelo queda en gran medida desnudo frente al impacto de la lluvia y está expuesto a la erosión en cualquiera de sus tipos, ya sea física por arrastre de material de los horizontes superiores o química por lavado de nutrientes. Además, el tránsito de los animales influye sobre algunas de las propiedades físicas del suelo, provocando la compactación o francamente derrumbes si las pendientes son muy pronunciadas.

Los efectos sobre el suelo son sólo una parte de lo que ocurre sobre el medio tras un roce y quema. También hay consecuencias serias en la modificación de las condiciones ambientales que existen bajo el dosel de la comunidad vegetal. Este es, quizás, el aspecto más crítico en aquello que podríamos llamar la dinámica del deterioro. Sabemos que la ecología de la plántula es diferente a aquella de la planta adulta; que es preciso que existan condiciones peculiares

para que germine una semilla y para que una pequeña planta sobreviva por lo menos durante una temporada. En muchas especies forestales se requiere la presencia de un dosel arbóreo y una gruesa capa de mantillo para que se produzca la regeneración.

En el proceso que estamos describiendo, el aspecto clave está señalado por la modificación de las condiciones ambientales, de tal modo que se ven alterados los mecanismos reproductivos de las especies dominantes, las cuales son reemplazadas por especies menos exigentes. Es la sustitución del árbol por el arbusto, del bosque por el matorral o la pradera.

Hay un fenómeno especial en este proceso de deterioro, que está señalado por la pérdida de las fuentes de semillas. En la XI Región, el desmonte y el fuego tienen una historia de 40-50 años y existen lugares en que la presión de explotación actual es suficientemente baja como para esperar la recuperación del sistema bosque. Pero esto no ocurre. No hay árboles suficientemente cercanos que proporcionen semillas o, si los hay, están en muy baja densidad. Además, las condiciones ambientales han cambiado de un modo similar al descrito. Salvo una intervención directa del hombre, el bosque no se recuperará muy pronto.

Este fue un breve resumen de algunas de las consecuencias que tiene la modificación del sistema planta-suelo bajo un cierto método de explotación. Cada unidad vegetacional mantiene su propia dinámica y sufre de un modo característico las consecuencias de este problema de cambio introducido por el hombre.

Explotación de los recursos

A partir del esquema anterior, se puede concluir que tras 300-400 años de explotación de los recursos naturales renovables en la región, todo aquello que encontramos como vegetación actual es simplemente la expresión de diferentes estados sucesionales, progresivos o regresivos, de distintas comunidades vegetales. Se ha producido un cambio tanto en composición como en estructura, pero es preciso remontarse a ciertas propiedades de la situación original para comprender claramente ciertas características actuales del sistema.

La vegetación original en el área que actualmente ocupa el llamado matorral esclerófilo era netamente forestal; es decir, la región se encontraba cubierta por bos-

ques. No sabemos mucho sobre las características que tenían estos bosques, pero sí podemos afirmar con cierta seguridad que constituían un dosel cerrado y que sus componentes herbáceos eran escasos. Incluso hoy día, cuando entramos a aquellos bosquetes más o menos conservados, nos sorprende observar que el piso está cubierto por una gruesa capa de hojarasca y que las hierbas son raras. En comparación, cuando muestreamos la composición florística de alguna formación de matorral, encontramos que las hierbas son altamente frecuentes.

Analizando el proceso de transformación de comunidades boscosas originales al sistema arbusto-hierba actual, se origina una de nuestras interrogantes principales, cual es que una altísima proporción de los componentes herbáceos de nuestras praderas naturales son especies exóticas. Muchas de ellas tienen su origen en la región mediterránea, pero también hay algunas que han venido de otros lugares. En resumen, existe un componente herbáceo que es difícil de interpretar; en mi opinión, sus semillas vinieron con los primeros agricultores y criadores de ganado, pero puede que existan otras interpretaciones posibles.

Un segundo problema de difícil interpretación está en la distribución geográfica de algunas de las especies arbóreas de esta zona. El problema reside en que esta distribución es actualmente muy local, casi de carácter relictual. Tal es el caso de *Beilschmiedia miersii*, *Persea lingue*, *Citronella mucronata*, *Crinodendron patagua*, *Dasyphyllum excelsum* y algunas otras. Hoy parecen especies raras, poco conocidas, aunque todas ellas tienen un nombre común bien definido, lo que nos indica que en el pasado tenían un valor de uso o, por lo menos, había más alta probabilidad de encontrarlas.

Aquellas especies que ahora son más frecuentes, como *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica*, *Cryptocarya alba*, *Acacia caven* y otras, es muy probable que constituyan un reemplazo. Tal como llegaron las hierbas a ocupar un ambiente que estaba vacío, es dable pensar que las especies arbóreas originales hayan tenido requerimientos biológicos limitantes frente a una presión de explotación como la descrita. De esta manera, y recurriendo a un principio ecológico comprobado, podemos interpretar una regresión de aquellas especies más exigentes y un avance de las menos exigentes.

Desde un punto de vista geográfico y conociendo el valor de las principales gradien-

tes ambientales de la región, podemos analizar estos cambios en el sentido de avances y retrocesos; un avance de las especies del norte hacia el sur y un avance de las especies andinas hacia la costa. En este proceso, se encuentran algunas especies que constituyen realmente la posibilidad actual de ocupación del espacio, siguiendo el modelo que habíamos planteado originalmente.

Procesos regresivos

Para algunas especies, hoy día es evidente que se encuentran sometidas a un proceso regresivo. Esto es posible ejemplificarlo a través de lo que ocurre con *Quillaja saponaria*, cuyo límite norte de distribución se cita aproximadamente en el río Limarí, lugar en que es prácticamente imposible encontrarlo. Desde su límite norte hasta el río Maule, aunque se encuentran poblaciones de esta especie bastante bien asentadas, es extraordinariamente difícil encontrar regeneración natural. Desde el río Maule al Bío-Bío, que se señala como su límite sur, la regeneración es frecuente y existen poblaciones jóvenes.

Es un principio aceptado que en una población natural suficientemente repartida es esperable la existencia de todas las clases de edad y hasta una más alta frecuencia de individuos jóvenes. Las especies arbóreas, aunque de ciclo de vida muy largo, no son inmortales y deben tener una descendencia viable para el reemplazo de aquellos individuos que van muriendo. Ahora, si no existe regeneración natural de quillay al norte del río Maule, hay un problema que requiere explicación.

Una explicación teórica, acorde con los principios que hemos discutido, es que el ambiente necesario para que se produzca regeneración de esta especie ha sido modificado. Según nuestras observaciones de terreno, *Quillaja saponaria* para regenerarse necesita de una precipitación mínima de 500 mm, bien repartidos durante la temporada y en un número suficiente de años como para asegurar la sobrevivencia de la pequeña planta. Bien sabemos que un solo valor de precipitación no indica nada respecto a los requerimientos de una especie; lo que interesa saber es la cantidad de agua retenida por el sistema. Es probable que un bosque de quillay no intervenido ni alterado haya sido capaz de retener una mayor cantidad de agua y, por lo tanto, asegurar

mejor el éxito de su reproducción, aun con una precipitación menor.

En este esquema, podemos mencionar un hecho curioso. Uno de los bosques de quillay mejor conservados se encuentra en Combarbalá y señala precisamente el límite norte de distribución de esta especie. Allí la precipitación no es mayor de 300 mm y cae principalmente en invierno, siendo los veranos muy secos y de altas temperaturas, con lo cual el balance hídrico es negativo. La pregunta que surge es cómo se instalaron y cómo sobreviven allí esos quillayes. Para esta interrogante aún no tenemos respuesta.

En la misma perspectiva se encuentran las conocidas comunidades relictuales de Chile Central, especialmente aquellas ubicadas en el sector de la Cordillera de la Costa, que quizás representan los últimos restos de los bosques originales. Estas pequeñas masas boscosas son muy importantes para la comprensión de la dinámica histórica de la vegetación. Desde luego, tenemos una idea clara que prácticamente todas estas unidades se encuentran en regresión, no por la sobrevivencia de los árboles adultos, que está asegurada por las condiciones particularmente favorables en que se encuentran, sino porque algo falla en la regeneración. Todos estos bosques han sido intervenidos, modificándose su medio interno; sabemos bien que si fuera necesario reforestar con las mismas especies esos sectores, las dificultades técnicas serían enormes y el éxito bastante inseguro.

En líneas generales, la argumentación anterior nos conduce a concluir que la dinámica histórica de la vegetación en la zona que nos interesa es muy compleja. Y lo es más aún si consideramos la probabilidad de un cambio climático, pues hasta el momento nuestra interpretación de la regresión ha estado dirigida exclusivamente a causas que se pueden atribuir a la influencia humana. En todo caso, es altamente probable que el origen de las formaciones boscosas originales que postulamos en el área haya sido bajo otras condiciones ecológicas. Si estos bosques pudieron mantenerse hasta tiempos relativamente recientes, fue sólo gracias a la capacidad reguladora que presenta una comunidad en equilibrio. Incluso podría postularse que el proceso de aridización sólo fue acelerado por la intervención humana, pues naturalmente ya existía.

Sobre el principio que la regresión de las especies con mayores requerimientos provoca un avance de aquellas menos exigen-

tes, encontramos una posible interpretación a la dinámica actual del matorral y bosque esclerófilo. De acuerdo al estado en que se encuentra el sistema, pareciera que estas dos formaciones vegetales constituyeran el límite de la capacidad de sostenimiento. En este momento, la inquietud que nos proponemos desarrollar es sobre las perspectivas que presenta la vegetación actual.

Perspectivas de la vegetación actual

Estas perspectivas presentan dos aspectos que es difícil aislar. En primer lugar, existen ciertos fenómenos que son propios de las comunidades vegetales a que nos estamos refiriendo y de los cuales tenemos un escaso conocimiento. En segundo lugar, está el efecto que tienen los distintos tipos de actividad humana, los cuales varían en intensidad y regularidad. En todo caso, sobre esta temática y a manera de ilustración, es preciso identificar buenos indicadores de la dinámica actual de la vegetación, en la medida en que es complejo el análisis del fenómeno en su conjunto, especialmente por la falta de información básica.

Para aquellos que han estado trabajando 10 ó 15 años en la vegetación de la Zona Central del país, es un hecho evidente que existe una recuperación; hay varios indicadores que nos permiten asegurarlo. Algunos tan ingenuos como la opinión de una persona que afirmaba que ahora los cerros se veían más verdes..., lo que realmente es posible. En todo caso, existen otras señales más seguras, pero también más difíciles de precisar.

Entre ustedes hay muchos que salen permanentemente a terreno y saben que cuando hay que desplazarse allí, es preciso buscar los senderos. Actualmente es difícil ubicarlos y uno se pregunta qué ha pasado con ellos. Los senderos no se borran, pues constituyen una modificación casi permanente del suelo, resultante del paso de personas y animales durante muchas decenas de años. Buscando un poco se constata que aún están allí, pero cubiertos por la vegetación; esto es una sorpresa para aquellos que afirman que continúa la destrucción tradicional de los recursos naturales renovables.

En muchos sectores de la Cordillera de la Costa, se observa la existencia de una cobertura vegetal arbustiva muy alta; en ciertos casos constituida por extensas masas casi impenetrables de *Trevoa trinervis*, que ha cubierto prácticamente todo como un

verdadero tapiz vegetal. La pregunta que nos hacemos se refiere desde luego a lo que está ocurriendo en ese sistema. Para responderla, en el estado actual de nuestro conocimiento del fenómeno, es preciso simplemente observar.

El punto de partida está en que este arbusto ha cubierto las laderas y partes bajas de los cerros, ocultando aquel sendero que conocíamos. Es necesario analizar el comportamiento de *Trevoa trinervis*, que como toda planta tiene un ciclo de vida individual y, al mismo tiempo, está sometida al juego de las interrelaciones propias del sistema en que participa. Como arbusto con varios ejes de crecimiento y gran capacidad de retoñecer, ocupa el espacio de una manera tal que en su proyección vertical podríamos decir que es una circunferencia. En la medida que pasa el tiempo y aumenta la edad del individuo, la parte central de esta circunferencia va perdiendo vitalidad y muriendo; al mismo tiempo, aumenta el diámetro del espacio horizontal que ocupa. Esto es lo que pasa con el individuo, pero ¿qué ocurre con el sistema? En el espacio ocupado por la planta, se ha creado un subsistema de características especiales; en primer lugar, se acumula materia orgánica y se constituye un microclima por la intercepción del espacio aéreo que realizan las ramas. En segundo lugar, sus gruesas espinas son un cerco efectivo que evita el tránsito de animales, lo cual es casi una exclusión.

En estas modificaciones del medio ambiente que provoca el arbusto, se encuentran condiciones favorables para la presencia de especies más exigentes. En nuestras búsquedas de regeneración de *Quillaja saponaria*, este es el lugar en que ocasionalmente hemos encontrado plántulas, especialmente si la mata de *Trevoa trinervis* tiene alrededor de 30 años y la parte central de la circunferencia está senescente o simplemente está muerta. Desde un punto de vista estrictamente ecológico, lo que hemos observado no es nada más que una etapa de la sucesión vegetal.

Recuperación de la vegetación

Si el fenómeno descrito es perceptible en un territorio más o menos amplio, podemos inferir que lo que allí ocurre es una recuperación del sistema vegetacional. Otro antecedente al respecto lo proporcionan los documentos fotográficos o croquis de paisajes realizados a fines del siglo pasado o a prin-

cipios del presente. En estas imágenes, especialmente algunas que existen de los alrededores de Valparaíso, no se observa prácticamente cobertura vegetal, salvo la típica apariencia de una estrata herbácea entre grandes huellas de procesos erosivos. Cuando actualmente observamos los mismos lugares, podemos ver que esa superficie está ocupada por matorrales e incluso en algunas partes existen renovales y masas boscosas, que aunque de poco desarrollo ya anuncian la recuperación del bosque.

En toda la región hoy ocupada por matorrales, siempre existen árboles y aún masas boscosas de cierta importancia, pero es difícil encontrar individuos que se hayan originado de semillas ("monte alto" dicen los silvicultores) y aún más difícil es encontrar individuos de una edad superior a los 100 ó 150 años. Sobre esta base, es altamente probable que toda la vegetación que actualmente encontramos en la Zona Central del país tenga su origen en un punto de partida cero, ubicado no hace mucho tiempo, especialmente si lo medimos con la escala temporal del ecosistema. Nos encontramos en plena sucesión vegetacional, como proceso de cicatrización propio de la Naturaleza, efectuada por aquellas especies que aún existen y participan con suficiente capacidad dentro del sistema. No sabemos cuántas son las especies que han desaparecido del juego o que son tan raras actualmente que su participación no puede ser sino nula.

Este fenómeno de recuperación de la vegetación que hemos analizado tiene como causa un proceso de cambio en el modo de uso de la tierra, el cual a su vez es consecuencia del progreso. En primer lugar, ha disminuido la demanda de combustibles vegetales, tales como leña y carbón; en segundo lugar, el cultivo de secano y la ganadería extensiva en los cerros se han vuelto poco rentables; y, en tercer lugar, al parecer las costosas campañas de prevención y control de los incendios forestales han dado resultado. En todo caso, este es un proceso que no se ha investigado y sobre el cual sólo podemos manifestar opiniones personales.

Ahora interesa discutir el significado que presenta esta formación vegetal que nos preocupa desde el punto de vista de su utilización y manejo.

Utilización y manejo

Una de las soluciones que se han pro-

puesto durante los últimos años es la creación de un recurso vegetal a través de la reforestación. Pero sabemos que en esta zona es una alternativa cara, pues a un costo de alrededor de US\$ 200 la hectárea, el producto a obtener debe ser lo suficientemente valioso como para que signifique alguna rentabilidad. En algunos casos, esta inversión puede tener un significado social, donde no hay más alternativas; pero la superficie que debiera reforestarse es suficientemente extensa como para requerir la inversión de un capital que no existe. Esto significa la necesidad de desarrollar procedimientos de menor costo para la creación o incremento de un recurso vegetal.

Ha sido comprobado que la mejor alternativa es la conducción de la dinámica propia del sistema planta-suelo; es el método que la misma Naturaleza se encarga de mostrarnos. Aquí existe un alto grado de dificultad, porque es preciso conocer a fondo el funcionamiento del sistema para poder manejarlo y conducirlo a lo que son nuestros objetivos. En este sentido, es preciso tener en cuenta cuáles son las variables propias del sistema natural, pues son éstos los límites tanto de la intensidad de utilización como de los objetivos de manejo que se establezcan.

Una de las variables más importantes a escala regional está determinada por la heterogeneidad y reducida extensión de las unidades ecológicas, que son la base para calificar la capacidad de sostenimiento. La heterogeneidad requiere aplicación de métodos particulares a cada caso específico, según las propiedades de la unidad vegetacional en cuestión. La reducida extensión de las unidades del mosaico ambiental, impide la aplicación de procedimientos extensivos, lo cual eleva rápidamente los costos.

En cuanto a las posibilidades que ofrece el medio, en muchos casos no pasarán más allá de la creación de una estructura vegetal esteparia; o sea, una estrata arbustiva baja rala y una estrata herbácea. El mejor modelo de este sistema lo constituyen las plantaciones de *Atriplex*. En otros casos, el sistema aún es capaz de sostener una estructura boscosa, especialmente en sectores costeros; por ejemplo, cerca de Valparaíso han dado buenos resultados los bosques de pino y eucalipto. Entre estos dos extremos, se presenta toda una gama de alternativas, para las cuales es preciso insistir en un detalle importante: cada una requiere de un conocimiento acabado del sistema, para que de

este modo tras una intervención se obtenga la respuesta esperada.

La información que se necesita incluye aún aspectos tan simples como un adecuado conocimiento de las especies que están participando, pues es un hecho que no las conocemos bien. En la mayoría de los casos podemos mencionar un nombre, pero si nos interrogamos respecto a otras características, por ejemplo, sobre su comportamiento frente a distintos factores ambientales o sobre las variables que afectan su productividad, obtenemos solamente interrogantes. A este respecto hay bastante inquietud en cuanto a la reforestación con algunas especies del bosque esclerófilo. De ellas se conoce más o menos las técnicas de producción de plantas en vivero, se sabe cuáles son los métodos más adecuados de plantación; pero, hasta ahora, el resultado de una plantación es totalmente aleatorio. En ciertas ocasiones, la sobrevivencia al fin de la temporada es prácticamente del 100%, pero, bajo condiciones ambientales que aparentemente son similares, se obtienen prendimientos que no superan el 15%. La interrogante es: ¿por qué? Y la respuesta es que, por ejemplo, de quillay no sabemos mucho, pues detrás de este nombre existe un ente biológico que tiene su comportamiento, tiene sus requerimientos y efectivamente necesitamos conocerlo mejor para poder utilizarlo.

Es mucho menor la cantidad de información disponible sobre el conjunto del sistema de matorral y bosque esclerófilo, especialmente sobre las limitaciones que presenta frente a la explotación sostenida, sobre todo si consideramos que en muchos aspectos nuestra vegetación es muy frágil. Realmente, las limitaciones del sistema que se pretende someter a manejo y utilización, nos permiten afirmar que en la mayoría de los casos una decisión no adecuada conduce a la pérdida de productividad y también a la pérdida de la capacidad de recuperación o, en último extremo, a que la dinámica de la vegetación siga una vía no previsible.

Algunas evidencias

A continuación, mediante la proyección de algunas diapositivas, será posible comentar situaciones específicas de los ambientes de matorral y bosque esclerófilo.

Presentamos, en primer lugar, un paisaje característico de la IV Región, del cual creo que muchos de los aquí presentes deben

tener también diapositivas. Es un paisaje común, en que considerando los indicadores que allí observamos, podemos asumir que desde el punto de vista de la ocupación potencial por parte de la vegetación tiene una vocación diferente. Se puede ver que persisten algunos árboles y arbustos, pero si examinamos críticamente el total de la superficie, es verdaderamente un desierto. No sé realmente qué están haciendo allí esas cabras, pues constatamos que no existía estrata herbácea. Buscando una interpretación de lo que ha ocurrido, observemos los detalles. Sobre el suelo se encuentra el típico pavimento de erosión, pues se puede asumir que todas esas piedras se encontraban dentro del perfil; es decir, se ha perdido suelo. La presencia de algunos árboles nos indica que originalmente el sistema era boscoso, que este suelo era capaz de sostener árboles. Se podría concluir, en resumen, que este ambiente presenta buenas expectativas de reconstrucción, en la medida que se pueda aislar el factor de regresión, que es el tipo de uso que ha tenido.

En una segunda imagen, nos acercamos a ese árbol, observando a una cabra que ramonea el follaje y el materia leñoso fino; esto constituye casi un extremo de la presión de explotación y es lo que está llevando a la desaparición de los últimos componentes vegetales. No es complejo interpretar lo que allí está ocurriendo: los animales necesitan comer y para ello utilizan todo lo que encuentran. En este sentido, se abre una interrogante, pues el material leñoso que están consumiendo es de un valor nutritivo casi nulo. ¿Está el animal en tal extremo de necesidad que ingiere lo que encuentra? o, más bien, ¿esta situación corresponde a un tipo de comportamiento intrínseco? Se ha observado en ciertos casos que aún cuando la estrata herbácea es rica, persiste el tipo de conducta que mostramos. Algunos especialistas han postulado que el animal herbívoro tiende a competir con la existencia de un ecosistema forestal; esto es, trata de impedir que el dosel arbóreo se cierre. Es posible que la alteración provocada por el hombre en el sistema lo haya dirigido hacia lo que el herbívoro necesita como ambiente y que en muchos casos sea ahora el animal mismo el que lo mantiene en esa estructura. Cabría mencionar aquí que uno de los costos importantes en la reforestación es el control de herbívoros. En suma, el animal se convierte en enemigo del árbol.

En una próxima imagen, podemos observar una regresión máxima del sistema vegetal, donde no es necesario insistir en nuestro argumento de que el potencial de sostenimiento de vegetación es mucho mayor que el actual. Lo que ocurre aquí es que encontramos aquello que se llamó punto cero; es decir, se está iniciando una sucesión vegetal a partir de un verdadero desierto, que por supuesto no corresponde a la definición ecológica de desierto, sino que es el resultado de la denudación provocada por el hombre.

En la siguiente diapositiva, podemos observar un buen bosque de quillay, que corresponde al que se mencionaba anteriormente; es aquel que se encuentra en Combarbalá. Cuando se examina este sector en detalle, se puede constatar que no hace mucho tiempo el quillay debe haber constituido un dosel continuo de monte alto en toda la ladera, pues aún es posible identificar los tocones de los árboles explotados. Actualmente, se puede ver que aún bajo condiciones de sequía hay un activo rebrote de las cepas.

En esta otra imagen podemos visualizar algo muy poco común, como es un bosque de *Prosopis chilensis* con plena ocupación del espacio. La formación de *Prosopis* más generalizada es aquella que presenta una fisonomía de árboles dispersos, en muy mal estado, por la explotación permanente a que son sometidos. Si pudiéramos imaginar todas esas superficies de algarrobo constituyendo un dosel denso, con pleno desarrollo de toda su estructura, sabríamos mucho respecto al potencial que presentan esos ambientes. Sobre la situación que mostramos en la diapositiva, es el único lugar donde se ha observado regeneración natural de esta especie.

Lo que observamos ahora nos lleva al comentario de una vegetación original poco conocida. Es bastante raro encontrar masas boscosas en la Cordillera de los Andes de la Zona Central y lo que nos dice esta imagen es que hay bosques que prácticamente han desaparecido por la explotación a que han

sido sometidos. Este es el bosque de *Kage-neckia angustifolia*, algo raro, pues esta especie es mejor conocida bajo su hábito arbustivo. Si en esta comunidad examinamos con criterio forestal la arquitectura de los individuos que la componen, veremos que corresponden todos a aquellos que los silvicultores denominan monte bajo. Es decir, este bosque es un renoval de árboles que fueron explotados y posteriormente brotaron a partir de las cepas. El hábito que observamos corresponde a renuevos de cepa, lo cual no es efectivamente el desarrollo normal de la forma de este árbol, la que desde luego no conocemos. Tal desconocimiento ocurre con varias especies leñosas de la Zona Central, a las que nunca hemos visto con su forma óptima.

En la siguiente imagen, podemos ver una muestra del tipo de intervención y explotación de la tierra que conduce a la denudación de la vegetación. Es aquello que en el Norte Chico se conoce como "lluvia", un peculiar cultivo que se realiza en las laderas de los cerros y que hasta hace algunos años era práctica común en toda la Zona Central. La "lluvia" implica la extracción de toda la vegetación natural y el roturado del suelo. Si en un viaje al Norte Chico observamos las laderas de los cerros, es posible ver un mosaico de estados sucesionales; en este sistema de cultivo no se puede trabajar la tierra más allá de dos o tres años, pues luego queda abandonada por un tiempo variable hasta un nuevo cultivo.

Este conjunto de antecedentes nos permite interpretar la visión histórica y las perspectivas en el uso del matorral, en el sentido que el factor más importante de su dinámica es la explotación a que se ha sometido. Incluso podría afirmarse que el matorral ha sido creado por el hombre, actuando sobre diferentes tipos de formaciones boscosas. En el futuro, sobre un conocimiento efectivo de sus características y bajo la aplicación de técnicas de manejo adecuadas, veremos realmente el desarrollo de todo el potencial natural de este sistema.



Bases biológicas y usos forestales del matorral y bosque esclerófilo

SINTESIS TALLER A

INFORMAN:

GLORIA MONTENEGRO
GUACOLDA AVILA
JULIO R. GUTIERREZ

Proponer una definición de matorral es difícil y quizás poco aclaratorio para los fines requeridos. El sentido más correcto sería considerarlo como el producto degradado de un bosque esclerófilo más antiguo. Por matorral entenderemos una "unidad" con varios estados de sucesión y con diferentes composiciones florísticas.

Estructuralmente, el matorral está compuesto por dos estratos: a) *Un estrato arbustivo* con elementos esclerófilos siempreverdes y deciduos de verano cuyo comportamiento reproductivo, vegetativo y fenológico se conoce con bastante claridad. Uno de los aspectos esenciales con respecto a este estrato es que, aunque las especies se repiten en un transecto altitudinal entre la costa del Pacífico y la Cordillera de los Andes, existe un desfase o retardo temporal en sus fenofases, correlacionado con la altitud de la vegetación. Otro hecho significativo es el cambio en la cobertura absoluta, la cual disminuye altitudinalmente (60% en la costa hasta 21% en la Cordillera de los Andes a 2.000 m.s.n.m.). Con los datos de biomasa que se tiene es factible pensar que la productividad de este estrato desciende altitudinalmente. b) *Un estrato herbáceo* constituido por elementos anuales y perennes, cuya actividad estacional está fuertemente correlacionada al período de precipitaciones de esta región.

Estratégicamente, de acuerdo al modelo de Fischer y Tunner sobre productividad en zonas áridas y semiáridas, se puede considerar como aridopasivas a las deciduas de verano, herbáceas anuales y perennes y como aridoactivas a las siempreverdes y las plantas de tipo CAM.

De acuerdo a datos en la literatura y a los obtenidos en investigaciones locales, en términos de utilización de energía disponible, las plantas siempreverdes requerirían

dos períodos vegetativos para recuperar su follaje; en cambio, las deciduas de verano solamente requerirían un período vegetativo para recuperarlo. Estaríamos frente a dos estrategias adaptativas exitosas dentro del matorral mediterráneo, las cuales de alguna manera están aportando, de igual forma, biomasa y parte de la estructura vegetal conocida hasta el momento.

Junto al conocimiento estructural, reproductivo y su respuesta al conjunto de parámetros ambientales que conforman su entorno abiótico, existen varios otros tópicos que fueron mencionados en este taller y sobre los cuales existen antecedentes:

- Potencial reproductivo
- Fuego
- Percepción
- Manipulación
- Usos actuales

El potencial reproductivo es un carácter intrínseco al sistema en el cual hay varios hechos que resaltan. Se piensa que las especies arbustivas del matorral, estudiado por algunos grupos en los últimos cinco años pueden producir gran cantidad de semillas o frutos en forma estacional, variando la viabilidad y capacidad de germinación de una especie a otra; es decir, existe un potencial productor de unidades dispersantes con capacidad de germinar, quedando aún por determinarse el tiempo máximo de permanencia de la capacidad germinativa de aquellas semillas que están en condiciones fisiológicas y ambientales para reiniciar el crecimiento.

Un factor que ha tenido un valor importante en la actual composición del matorral es el *fuego*, aun cuando no se trate de un fenómeno natural en esta región mediterránea. El fuego, como factor de alteración, ha modificado extensas áreas, afectando principalmente la fisionomía, estructura y com-

posición florística. Existen algunos hechos que son significativos como respuesta de la vegetación al fuego. En aquellas áreas quemadas, la composición de la cubierta herbácea cambia significativamente, eliminándose o manteniéndose algunas y apareciendo otras especies. En general, todas las especies arbustivas analizadas tienen una capacidad de rebrote de órganos subterráneos y/o yemas laterales, modificando la arquitectura de la planta. Durante el primer año después del fuego, los individuos son capaces de recuperar su volumen perdido, en valores que fluctúan entre un 20% y un 80%. A partir del segundo año hacia adelante, las tasas de producción de biomasa se asemejan a aquellas de individuos que no se han quemado.

Los tres factores finales, *percepción, manipulación* y *usos*, involucran directamente la acción del hombre sobre la vegetación. El fenómeno de percepción se asocia al hecho de cómo la población humana se relaciona con su entorno vegetal y cómo lo usa. Lamentablemente, la población rural utiliza las diferentes especies (principalmente del matorral de media altura), generalmente en forma extractiva, sin mayor conocimiento de la capacidad regenerativa del sistema. Los usos son sumamente variados, abarcando desde la utilización como combustible, construcción de viviendas y de herramientas, fabricación de muebles, colorantes vegetales y aplicaciones medicinales. Un hecho interesante es que el uso de la vegetación es mayor mientras más aisladas son las

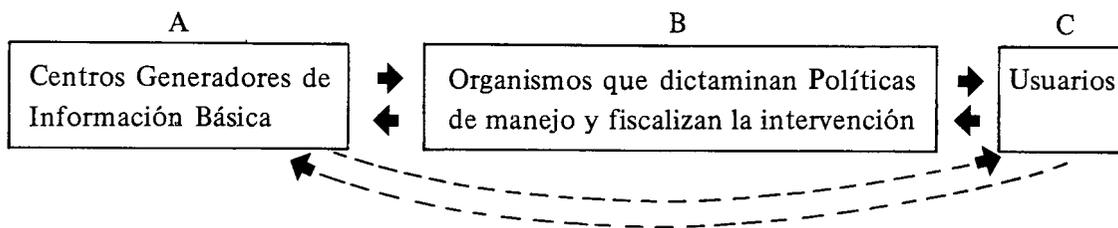
poblaciones con respecto a grandes centros urbanos. La percepción en ese sentido reviste una connotación fuertemente utilitaria. Son los usos los que importan y, debido a una falta de cultura de montaña, se hace una errada utilización del sistema.

Nuestra vegetación de matorral tiene un origen filogenético diferente a otras vegetaciones de climas mediterráneos, encontrándose incluso elementos de origen tropical; el matorral representaría una etapa de degradación del bosque esclerófilo, no siendo tan simple definirlo, ya que como existe una gran heterogeneidad ambiental, el fenómeno de degradación ha dado paso a distintas unidades vegetacionales con su propia estructura, composición y dinámica.

Por esta razón, y siendo este un sistema extremadamente lábil, cualquier manipulación del sistema debe ser orientada, tomando en cuenta el frágil equilibrio que existe entre la actual vegetación y los factores que la han condicionado.

Finalmente, en las discusiones de este taller, fueron encontrados algunos vacíos de conocimiento; entre los más importantes destacan aspectos de investigación básica en dinámica de poblaciones, potenciales de germinación, fisiología de algunas especies, especialmente en aquellas que pudieran tener un uso alternativo y una falta de información cartográfica que permita evaluar los recursos disponibles.

Otro problema detectado en este taller es la falta de coordinación y/o comunicación entre las entidades involucradas:



Actualmente, la mayor interacción se da entre las entidades B y C, siendo mucho menores entre A y B y escasísimas entre A y C.

Los usuarios (C) necesitan apoyo tanto tecnológico como de conocimiento y educacional para elevar su propio estándar de vida, así como para entender cabalmente la importancia del ambiente. La información

solicitada por C a B debe *obligatoriamente* ser originada por A, ya que la investigación y la generación de información es un papel propio de A. La labor de B debe ser adecuar esa información y canalizarla hacia C y a la vez controlar efectivamente la interacción entre C y su entorno.

Esto es, en síntesis, lo principal analizado en este taller.

Bases biológicas y usos ganaderos del matorral

SINTESIS TALLER B

INFORMAN:

EDUARDO R. FUENTES
 MARIA ESTER ALJARO
 JAVIER SIMONETTI

Voy a cumplir ahora con contarles en diez minutos lo más relevante que sucedió en este taller entre un cuarto para las tres y las seis y media de la tarde. Nos reunimos aproximadamente 17 personas para conversar acerca de restricciones biológicas y necesidades económicas en relación al pastoreo en el matorral. Nos organizamos inicialmente haciendo ponencias. Hubo ocho ponencias básicas, pero después se agregaron otras tres más. Cubrieron entre ellas un espectro amplio de situaciones. Luego de las ponencias aparecieron algunas preguntas que decantaron en un esquema que voy a dibujarles aquí (tabla 1). Luego, a base de ese esquema, nos dividimos en grupos en que la gente participante generó nuevas preguntas. Tomamos esta decisión porque pensamos que una manera de ver dónde estamos y para dónde podríamos ir en nuestro conocimiento, podía ser mejor encarado, en el corto tiempo disponible, si la gente se sentaba en grupos interdisciplinarios, con gente que usualmente no conversa, para así generar preguntas de qué es lo que hace falta.

TABLA 1

	Baja Pendiente	Alta Pendiente
<i>Estación de crecimiento larga y predecible</i>	1 Sitios con alto potencial, posibilidades de modificar y manejar herbívoros y plantas.	3 Sitios en que los pastoreadores puedan ser manipulados.
<i>Estación de crecimiento corta e impredecible</i>	2 Sitios para los que veranadas o lugares "buffer" son requeridos a fin de evitar degradación.	4 Sitios con máxima restricción de uso. Fragilidad.

Veamos ahora qué se conversó. Luego de comenzada la primera discusión antes mencionada, se hizo claro que habían distintos tipos de situaciones. Había lugares planos y lugares con pendiente, lugares de estación de crecimiento larga y de estación de crecimiento corta. Esta división se pensó que tiene importancia, puesto que la estación de crecimiento larga permite que las hierbas sean o no, desde el punto de vista del pastoreo, lo más importante. En estos casos de dependencia de las hierbas podría disminuirse la cobertura arbustiva para "conservar" o aun aumentar el estrato herbáceo. Aquí los arbustos se usarían como "releño" durante el período relativamente corto de sequía.

En el otro lado de la dicotomía hay estaciones de crecimiento corta e impredecibles, tanto en su extensión como en cuanto a su comienzo y término. Aquí los arbustos son el alimento principal.

Por otro lado, de acuerdo al otro criterio (ortogonal), o en terrenos planos o en pendientes son muy distintos. Mientras en la situación plana se puede hacer ingeniería, en el sentido que se puede cambiar la configuración básica del sistema al poner algunos arbustos y sacar otros, además se puede manipular la masa ganadera en su calidad y cantidad. En las otras situaciones, en pendiente, las posibilidades son menores. A lo más se puede manipular los pastoreadores manejando un poco su densidad, pero la cubierta vegetal tanto en lo cuantitativo, pero especialmente en lo cualitativo, difícilmente podría ser reemplazable.

Otras diferencias inmanentes a las categorías recién nombradas tienen que ver con rendimientos económicos y posibilidades de elección en alternativas de manejo.

Veamos ahora las preguntas que generaron los subgrupos de trabajo. Algunas preguntas fueron generales y valen para todas las situaciones, otras son particulares y válidas sólo para algunas de las celdas. En general, las preguntas revelaron que el conocimiento que se tiene en este momento tiende a ser poco, en muchos casos vago, y a estar restringido a algunos animales como cabras, ovejas, vacunos; sólo aparecen algunas situaciones menos tradicionales como podrían ser la de la chinchilla o los guanacos. De manera análoga, en cuanto a la cobertura vegetal, se sabe algo para algunas situaciones, pero se sabe poco acerca de cuál es la situación potencial, dado el clima, dado el suelo o más en general dadas las condiciones de sitio. Esto último apareció como parte de las cosas que había que averiguar con más urgencia.

Se propuso que si llamamos B a beneficio y C al costo, se espera que la política de manejo a implementar debería ser aquella en que simultáneamente se maximice la diferencia B-C, se minimice la varianza de B-C y se conserve B sobre C.

Para hacer eso se pensó que se necesita tener: 1. Mapas de vegetación potencial a corto y mediano plazo, dado los climas y suelos que se presentan en las distintas situaciones. 2. Conocimiento de la respuesta de la vegetación a distintas cargas de pastoreadores y distintas especies de pastoreadores; especial importancia se vería aquí en indicadores de degradación de los sistemas. 3. Mapas desglosados por época del año de la oferta nutritiva de arbustos. Inclúyese aquí en el concepto de oferta nutritiva la disponibilidad, composición química y posibilidades de consumo por parte de distintas especies de pastoreadores. Nuevamente un caso de mapa. 4. Requerimientos nutritivos de distintos pastoreadores según las fases en que se encuentran.

Esta serie de preguntas señala lo que pareció ser lo más urgente de saber; sin embargo, hubo otros problemas que parecían no tan directamente de la competencia de este taller, pero que debían de alguna manera decirse. Estos se centran básicamente en dos aspectos: 1. Que tiene que ver con los aspectos culturales, vale decir, cuáles son las tradiciones de la gente que está pastoreando, su educación y el acceso que tienen a los medios de comunicación, a los distintos canales. 2. Consideraciones de tamaños mínimos y heterogeneidades mínimas necesarias para la explotación, con dis-

tintos tipos de pastoreo. Se estaba pensando en especial en el caso de las fajas altitudinales que podrían ser necesarias y que parecen ser una unidad natural dentro de este tipo de sistemas, con pastoreadores en Chile central. Esto es lo que tengo que informar con respecto a la situación de las preguntas generales.

Respecto de preguntas particulares de cada una de esas celdas, aparecieron los siguientes tipos de consideraciones: Para la celda 1, vale decir, en plano con estación de crecimiento extendida en que las hierbas son lo más significativo, aparece como importante remover completamente la cubierta de arbustos. Pero, puesto que el ganado presentaría déficits nutricionales, especialmente en proteínas durante el otoño, eso podría ser suplido por algunos arbustos. Se plantearon aquí preguntas concretas que tenían que ver con las especies de arbustos que podrían dar la mejor solución.

Además apareció, para ese tipo de situaciones, que los arbustos se podrían usar para cercos. Ahí surgieron preguntas acerca de cuáles arbustos conviene usar, a qué velocidad crecen, cómo incorporarlos o plantarlos, etc. Estas son todas preguntas propias de este sistema en que uno puede hacer ingeniería, con una pluviosidad y productividad alta y más o menos sostenida y predecible.

A propósito de la celda 2, que tiene que ver con sistemas planos de crecimiento corto e impredecible, se vio que se han probado arbustos forrajeros nativos o exóticos en esa zona. Pero en este momento hay un problema de costos y se mencionó que habría una cifra de alrededor de 180 dólares por hectárea para instalar este sistema, lo cual fue considerado caro. Actualmente está surgiendo la pregunta si no podría hacerse ingeniería con arbustos nativos, en vez de los otros forrajeros "clásicos", por así decirlo. Aquí el problema sería cuáles arbustos, de qué valor nutritivo y en que configuraciones usarlos.

Con respecto a las celdas 3 y 4, que tienen que ver con pendientes altas y estaciones de crecimiento larga o corta las consideraciones que se hicieron fueron con respecto al manejo limitado que sólo es posible hacer. El manejo estaría restringido a los pastoreadores debido a la gran labilidad y las pendientes que existen. Se discutió la necesidad de buscar pastoreadores alternativos a las tradiciones y de buscar combinaciones de ellos que no fueran mutuamente inter-

ferentes. Se mencionaron organismos como los guanacos, las chinchillas y lagomorfos. Se preguntó entonces cuáles de estas posibles combinaciones son alternativas a la cabra, y cuánto puede producirse por hectárea y por año con cada una de estas combinaciones. A propósito de esto se propuso que pueden hacerse algunas modificaciones sencillas, por ejemplo, reducir algún competidor o predador que conlleve aumentos en los rendimientos.

Quiero además dar una lista de preguntas-problemas que aparecieron y que son extremadamente interesantes como producto de este encuentro multidisciplinario. 1. Se presentaron consideraciones acerca de si las preferencias de los insectos, que no

están correlacionadas con las del ganado, están correlacionadas con las de los mamíferos nativos que también maximizarían la cantidad de proteínas ingeridas. 2. Se preguntó si existen defensas inducidas por pastoreo y si así fuera si no se podría cosechar simultáneamente todo el arbusto para evitar esta inducción. 3. Si los arbustos "mejores", por alguna razón, ya sea climática, competitiva u otra fuesen tóxicos, se podría extraer simultáneamente todo su aparato foliar, evitando así que se induzcan defensas.

Esto es una descripción, quizás demasiado somera, de lo que se conversó en este taller.

El espectro conservación-preservación en el matorral y bosque esclerófilo

SINTESIS TALLER C

INFORMAN:

MARIO PERALTA
ALICIA HOFFMANN
CATALINA ALLIENDE

Se sintetizan a continuación los principales aspectos analizados en este taller.

Las funciones básicas de áreas de reserva en zonas de matorral son:

- a) Mantención del potencial genético de las zonas del matorral.
- b) Mantención de áreas inalteradas, a fin de poder comparar con zonas alteradas por intervención humana.
- c) Utilización con fines educativos y de investigación. La investigación, además de resolver problemas tanto básicos como aplicados, es fundamental en su función educativa.

Es posible dedicar las áreas de reserva en forma simultánea a más de un uso. Los parques nacionales pueden cumplir un importante papel en la educación ambiental del público, y con equipos de guías bien informados y libros adecuados, es posible incrementar la capacidad de los visitantes, de interesarse por los aspectos biológicos y de comportamiento de plantas y animales, aumentando la valoración de los componentes del ecosistema. Programas de este tipo existen en varios parques y reservas en los Estados Unidos de Norteamérica.

Áreas de reservas existentes

En toda la zona del bosque esclerófilo de Chile, el Parque Nacional La Campana, ubicado frente a Valparaíso, es la única área destinada a preservación absoluta. La Reserva La Campana se encuentra bajo régimen de protección absoluta y está destinada sólo a recreación, educación ambiental e investigación. Se permite producción en áreas restringidas, de tipo demostrativo para las pequeñas comunidades cercanas que tienen recursos de tipo similar. En las Re-

servas Forestal Peñuelas (Prov. Valparaíso) y Forestal Río Blanco (camino a Los Andes) es posible intervenir el recurso. Esto se hace con fines de investigación, estudiando el rendimiento actual y potencial de uso.

Las tres reservas mencionadas suman una superficie de aproximadamente 40.000 hectáreas. Dos razones principales han impedido aumentar esta superficie: En primer lugar, no existe un estudio tendiente a determinar cuántos tipos diferentes de bosque esclerófilo existen (la política actual de CONAF tiende a preservar áreas representativas de todos los principales ecosistemas existentes en el país), y en segundo lugar, en la zona central de Chile casi no quedan áreas de propiedad fiscal, que son las únicas que podrían ser declaradas reservas, de acuerdo a la política general en vigencia.

Conservación de fauna silvestre

Los habitantes del país tienen una posición distinta frente a animales domésticos y silvestres, cuando estos últimos tienen algún valor comercial. Cuando se produce un aumento del valor de los animales domésticos, aumenta su crianza. En cambio, cuando aumenta el precio de especies silvestres, éstas son perseguidas hasta desaparecer, como sucedió, por ejemplo, con los zorros. Esta diferencia radica en el "status" legal de los animales silvestres. Estos pertenecen a toda la comunidad, lo que es interpretado como que no pertenecen a nadie y por lo tanto pueden ser perseguidos sin límite; ningún cazador se frena en la caza. Sin embargo, aunque difícil, es posible modificar tal situación. En el Altiplano, por ejemplo, ha sido modificada la actitud que existía frente a la vicuña, especie silvestre. Hasta hace poco, en esa zona, eran respetadas sólo las especies domesticadas (llamas y al-

pacas) y la vicuña era cazada en abundancia, llegando a estar en peligro de extinción. En los últimos años, en cambio, se ha hecho efectiva una ley existente desde hace tiempo, y un sistema de guardaparques fiscales protege a la especie, la que ha aumentado notablemente en número. Esto demuestra que es posible proteger la fauna sin modificar la legislación, si las leyes existentes se hacen efectivas. En cambio, para otras especies sería necesario hacer modificaciones a las leyes que existen. Una forma que podría ser efectiva es asignar las especies silvestres a grupos o comunidades. En Juan Fernández, por ejemplo, los pescadores cuidan las langostas y controlan su extracción, pues consideran que estos animales les pertenecen.

Por otra parte, las especies poco conocidas, o sin valor económico, no son perseguidas y no requieren de mayor cuidado. Sin embargo, en la zona de matorral están desapareciendo especies, no por ser perseguidas, sino por cambios en el ambiente; algunas especies no resisten tales modificaciones, y ellas requerirían la existencia de áreas de reserva.

Aspectos de controversia

1. Se plantea la pregunta general, si es necesario hacer conservación. Respecto a la vegetación de matorral, ella se puede responder a través de un análisis de las funciones que cumple esta vegetación:

a) Como fuente de recursos. Es posible que sea necesario hacer manejo sólo de algunas especies, ya que las demás no son utilizadas.

b) Como elemento ecológico. Es evidente que la vegetación de matorral es necesaria en el ciclo local de oxígeno y agua, además de ser necesaria en la mantención de la fauna, en la protección de cuencas y como protección antierosión.

c) Como elemento estético. En este sentido debe considerarse el matorral como parte del patrimonio nacional y como parte del medio ambiente humano.

Cuando se enfoca el problema conservación, de esta manera, se facilitan las tareas y resalta lo que se hace y lo que falta por hacer. Así, por ejemplo, da la impresión que CONAF se ha preocupado en esencia del primer punto. Respecto a los puntos 2 y 3 se ha hecho poco, en gran medida por falta de conciencia ecológica. Según algunos asistentes, el grado de conciencia ecológica

disminuye con la distancia a las ciudades y aumenta el afán de lograr máximo provecho. Esto requiere, además, de una mejor implementación de los reglamentos y una modificación en la posición cultural.

Se indica que el elemento "función ecológica" y el elemento estético son considerados, en cierta medida, en los sistemas de reservas y parques nacionales.

2. Se plantea luego la pregunta de cuánta superficie es necesario conservar del matorral. Es muy difícil comparar con lo que se ha elaborado para bosques más productivos como son, por ejemplo, los bosques de pino. Este problema tiene incidencia con el concepto de interacciones espacio/tiempo planteado en el Club de Roma. Se indicaba ahí que la mayoría de las personas se ocupan de las dimensiones más inmediatas de espacio y tiempo, y que son pocos los que se ocupan de lo que ocurre en las dimensiones mayores de espacio y tiempo. En el espectro Conservación/Preservación, distintos grupos de personas (la comunidad, los técnicos, investigadores, tomadores de decisión), que influyen en el ecosistema, perciben el problema espacio/tiempo con distintas amplitudes. Desgraciadamente, los tomadores de decisión, que debieran tener la visión más amplia, están a menudo sujetos a problemas muy inmediatos. Sin embargo, de todos los diferentes grupos se espera que los ecólogos manejen el mayor conocimiento y tengan la mayor amplitud en la visión de las dimensiones espacio/tiempo y que ello se transmita convenientemente a los tomadores de decisión.

Requerimientos de información básica

Para el diseño de medidas de manejo y de conservación y preservación, la información básica existente es altamente insuficiente. Por ejemplo, se trata de preservar los sistemas de bosque esclerófilo más representativos, pero ni siquiera se sabe con exactitud cuántos son, ni cuáles son los ejemplos más representativos. Hay carencia de los mapas más esenciales de vegetación, pendientes, mapas hidrológicos, etc. Estos vacíos demoran y complican la toma de decisiones.

En este sentido conviene hacer una estratificación de los problemas. Respecto al bosque cultivado, por ejemplo, existen los conocimientos necesarios. Por lo tanto, el Instituto Forestal decidió fijar su atención en el bosque nativo y en una primera etapa se diferenciaron fases de estudio para los

bosques sureños de lenga, araucaria, etc., los que son analizados en forma sucesiva. Se sugiere que podría tomarse una actitud similar respecto del bosque esclerófilo.

Por otra parte, se indica que en algunos centros de investigación hay desconocimiento acerca de las necesidades de investigación, y que se requiere de contacto permanente entre equipos de distintas disciplinas. Esto permitiría diseñar proyectos interdisciplinarios, aunque la tendencia actual a exigir autofinanciamiento dificulta estas acciones.

IREN ha emprendido la tarea de reunir información del conocimiento generado en distintas áreas. Mediante un sistema de computación esta información estará disponible para los usuarios. Esto, a su vez, ayudará a disminuir la falta de coordinación que existe entre centros de investigación, que se debe en cierta medida a falta de comunicación.

Sin embargo, resalta el hecho que persistan grandes fallas en el conocimiento respecto a la vegetación de matorral. Desgraciadamente, a menudo es necesario tomar decisiones urgentes, que significan en el fondo un abismo entre lo que sería lo más adecuado y lo que realmente se puede hacer. A pesar de todo, se ha asistido en los últimos años a una notable mejoría en el nivel de conocimiento.

Bases para el manejo del recurso

En 1980 CONAF elaboró un reglamento (promulgado a través del Ministerio de Agricultura) que contempla 12 tipos forestales. Uno de ellos es el bosque esclerófilo. El reglamento indica en qué forma puede ser explotado cada tipo de bosque y cómo se debe asegurar la regeneración con el fin de mantener un rendimiento sostenido.

Una forma de retrogradación del bosque esclerófilo está representada por la estepa de *Acacia caven*, que se extiende desde la IV a VIII Región. Se están estudiando técnicas de manejo. Se tratará, por ejemplo, de determinar el efecto de los arbustos sobre el estrato herbáceo. Se ha visto que la cobertura de arbustos influye tanto sobre la composición florística como sobre la densidad del estrato herbáceo. Una cobertura de alrededor de 30% permite la productividad máxima del estrato herbáceo, el que puede llegar a casi 100 toneladas de materia seca por hectárea. También se sugieren técnicas de manejo de la forma de *A. caven*.

La productividad de las herbáceas aumenta con la forma "árbol", la que a su vez provee sombra para el ganado. Por último, se aconseja preservar una zona de estepa de espiño, dada su importancia en la zona central.

Acción de instituciones para regularización de manejo

El Reglamento 601, del 30-X-1980, define los tipos de explotación factibles de ser realizados en los distintos tipos de bosques. Se incluye entre ellos al bosque esclerófilo. También indica las normas para asegurar regeneración, aunque existe escasa experiencia a este respecto. La idea es que se mantenga el bosque como recurso, además de algunas áreas sin alteración. En este sentido es limitante la escasez de bosques de propiedad fiscal. En cuanto al bosque esclerófilo, este reglamento señala dos tipos de manejo: uno es el de cortas sucesivas, con lo que se llega a una situación de bosque coetáneo, y el otro es el método selectivo o de entresaca. Ambos casos contemplan la regeneración natural del recurso. Cuando esto no tiene éxito es necesario recurrir a la replantación. Este punto es medular en este reglamento y está considerado para todos los tipos forestales del país. Los resultados de este nuevo plan de manejo no han sido aún evaluados debido al corto tiempo transcurrido.

Existe actualmente una comunicación insuficiente entre instituciones. ODEPLAN y CONICYT podrían realizar una útil función integradora de información a nivel nacional; al tiempo que SERPLAC hacerlo a nivel regional. Se señala al mismo tiempo que, puesto que estas funciones no son cumplidas por ninguna institución en especial, talleres como éste pueden suplir en forma importante tales deficiencias. Hay clara conciencia de que a instituciones tales como las universidades les corresponde hacer las investigaciones, y que al Estado le corresponde fomentar el mejor uso del recurso, sin que esto llegue a significar una intervención en los asuntos privados.

Otros puntos del aspecto manejo analizados

La zona de matorral se extiende a lo largo de más de 3 millones de hectáreas. En esta superficie pueden distinguirse tres sectores principales: sector de bosque, sector de ma-

torral, sector de pradera. Para definir las bases biológicas de manejo es necesario analizar estos tres sectores con sus subunidades. En ellos se puede, a su vez, definir la composición (fitocenosis y zoocenosis), su estructura y dinámica, el ambiente y el uso potencial de sus distintos productos (éstos pueden ser directos, indirectos, e intangibles). Son considerados productos directos la leña, carbón, pasto, madera; en tanto que el agua es un producto indirecto; la belleza escénica y la posibilidad de hacer educación ambiental son productos intangibles.

Manejo del fuego. Los incendios, que pueden ser de bosque o de pastizales, ocurren en cualquier parte de la superficie de aproximadamente un millón de hectáreas del área metropolitana. Generalmente el da-

ño que producen es superficial y consiste en una ligera degradación del pastizal y la muerte de las hojas más tiernas de los arbustos. Este daño se recupera durante la próxima temporada. Pero cuando la intensidad del fuego es mayor puede haber ausencia de recuperación aun después de 4-5 años. Estos antecedentes pueden ser importantes para fijar políticas respecto de su manejo. Actualmente en la zona central la técnica de manejo del fuego consiste esencialmente en evitar la producción de incendios. Se protege tanto el bosque esclerófilo como los pastizales, por considerar que son de suma utilidad para el uso de los campesinos y de las pequeñas comunidades rurales.

Estas son, a modo de resumen, las principales facetas analizadas en el Taller C.

Problemas de comunicación entre los investigadores y la comunidad

SINTESES DEL FORO

INFORMA:

RUBEN CISTERNAS

En este foro se analizaron, entre otros aspectos, las características de la comunicación entre los investigadores y la comunidad, los mecanismos de presión que tiene la opinión pública respecto a la toma de decisiones que afecten a los recursos naturales, aquí incluido el matorral, y las vías a través de las cuales se pueden perfeccionar los canales de comunicación entre los científicos y el público.

En el foro hubo una activa participación de los inscritos en el seminario-taller con el planteamiento de posiciones y sugerencias, a partir de las ponencias relatadas por tres invitados.

Previo a un posible plan de acción para el reforzamiento de la comunicación y como antecedentes generales, se citó que, si bien hay una cierta información científica, ella no es accedida en general por el público. Por otra parte, no hay implementación efectiva de las políticas de acción frente a los recursos naturales. También se reconoció en la discusión que existe una percepción sólo utilitaria del matorral y ello se traduce en que éste serviría únicamente para obtener y aprovechar sus elementos de manera directa o indirecta por parte del hombre.

En otros aspectos de la discusión se ha detectado que la toma de decisiones es susceptible a la presión del público, es decir, que cuando existen grupos organizados y serios de opinión suficientemente potentes es posible que las decisiones que se tomen para manejar este recurso puedan ser, en parte, una respuesta a la inquietud de la comunidad. Se plantea en general que si la comunidad puede ejercer una presión para la resolución de los problemas ecológicos, sólo podrá hacerlo si adquiere conciencia de estos problemas; y esto se logra cuando se tiene información de la estructura y del funcionamiento global de los sistemas ecológicos involucrados. Quienes poseen esos

conocimientos son los científicos y, por lo tanto, son ellos quienes deberían comunicar sus hallazgos y experiencias al público. Sin embargo, existe un problema en cuanto al lenguaje que se emplea en la ciencia y, por otra parte, en la comunicación social. Debería establecerse, por tanto, una serie de vías a fin de poder lograr la transmisión de estas experiencias y de estos conocimientos hacia el público. La comunicación puede establecerse por varios mecanismos que se dan a conocer a continuación. Es indudable que ellos valen tanto para los ambientes de matorral como de otros sistemas ecológicos.

a. *La educación formal*

Es la vía que se refiere a cursos insertos en los currículos de la educación básica, media o universitaria. Se recomienda que la educación sobre los problemas ambientales y ecología sea continua, es decir, que ella debería estar presente en todos los niveles de la educación.

al. Actualmente se enseña, con énfasis en ecología, en cuarto año medio y es opinión unánime dentro del grupo de trabajo que esos cursos deberían reafirmarse y aumentarse. Se expresa una voz de alarma sobre el triste futuro que les esperaría a nuestros recursos naturales si los cursos de ese estilo son eliminados de la enseñanza básica y media.

En este sentido cabe también señalar la significación que tienen los seminarios de actualización y entrenamiento para profesores a fin de poder impartir convenientemente esas materias.

a2. Para la enseñanza universitaria se propone realizar cursos formales que puedan ser ofrecidos a todas las escuelas profesionales (Leyes, Economía, Ingeniería, etc.), y que en lo posible esas unidades académicas deberían incorporarlos en carácter de obli-

gatorios. Se trata, en todo caso, de cursos introductorios básicos a los problemas ambientales y de las relaciones del hombre con el ambiente, a la vez que cierta experiencia de terreno, en este caso específicamente en el área de matorral y bosque esclerófilo.

Dentro de esa enseñanza formal universitaria deberían incluirse cursos de extensión para la comunidad en general, lográndose de esa manera la formación de una sociedad educada con respecto a los problemas ambientales.

b. *Educación no formal*

Se refiere a los programas, actividades o cursos que no forman parte de un currículo educativo. Entre ellos podemos nombrar:

b1. Diarios murales que informen sobre recursos naturales en centros deportivos, centros de madres, cooperativas, sindicatos, etcétera.

b2. Folletos informativos que tendrían como misión enseñar la observación de ambientes ecológicos y de sus fenómenos asociados en un área específica, como, por ejemplo, una reserva, parque natural u otra. Ello podría elaborarse sobre la base de notas conceptuales de fácil comprensión y a la vez un pequeño grupo de técnicas de observación en terreno, relativamente simples y con instrumentos sencillos.

b3. Educación a través de los medios de información (diarios y revistas, radio, televisión). Aquí debe implementarse necesariamente una serie de programas de distinta duración y contenidos que sean amenos, pero que a la vez tengan también un contenido conceptual. Muchas veces es posible encontrar programas de muy hermosa factura, pero totalmente vacíos de información útil. Se propone la realización de un

gran proyecto sobre recursos naturales o ecología para ser mostrado en televisión. Un proyecto de esta naturaleza debe contar con el apoyo de las autoridades y grupos de las universidades.

Los periodistas deberían ser los encargados de informar y de educar a través de estos medios de comunicación, pero para ello este profesional no sólo debe recibir información de parte de los científicos, sino que además debe ser "formado" por ellos. Para llevar a término esta formación debería existir prácticamente en todas las escuelas de periodismo una cátedra específica de periodismo científico y, por otra parte, debería destinarse cursos o seminarios específicamente para los periodistas que trabajan en estas áreas en los distintos medios de comunicación.

c. *Grupos de acción*

Se propone formentar la creación de grupos pequeños, aunque sea sólo para la resolución de un problema ambiental puntual. Estos grupos deberían contar con la asesoría de un científico o con un grupo de monitores que al menos tengan un cierto entrenamiento básico en ciencia.

d. *Políticas*

La implementación de políticas de conservación y políticas educacionales debería basarse en el producto del trabajo de grupos interdisciplinarios. Un buen punto de partida son seminarios-talleres como el presente.

Esto es, en términos generales, lo que se conversó y se concluyó en el foro sobre los problemas de la comunicación entre la comunidad científica y aquella representada por el público en general.

Sesión de síntesis final

En las páginas precedentes se ha ofrecido un relato de lo que se discutió en cada uno de los talleres (A, B y C) y en el Foro y que fue sintetizado por los respectivos moderadores y secretarios. Hemos transcrito así un resumen bastante apretado de lo que fueron esas instancias de discusión del I Seminario-Taller.

En lo que sigue se relatan, a partir de la transcripción desde cinta magnética, algunas de las ideas vertidas por los participantes en la sesión de Síntesis Final, ya sea en su perspectiva individual o institucional y que el editor considera importante integrar junto a una serie de preguntas y planteamientos*. En esta sección se anotan así opiniones, experiencias, enseñanzas y proyecciones futuras del seminario-taller para una interacción. Estos testimonios serán, sin duda, un documento valioso para que en un tiempo próximo se puedan organizar encuentros de esta naturaleza, con la riqueza de las experiencias ya adquiridas, y de proyectar algunas de las inquietudes hacia una materialización más efectiva.

Algunas personas que han estado entre los que generaron las ideas de éste y otros seminarios-taller (1) tienen una cierta ventaja para evaluar un poco, aun sin nociones del matorral, si es que los objetivos planteados por este I Seminario-Taller sobre recursos del matorral y bosque esclerófilo se han cumplido.

Desde el punto de vista del Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones, la idea era obtener alguna experiencia ventajosa. Y ello es el hecho de darse cuenta muy claramente ahora que hay diferentes niveles para acercarse al problema. La gente que hace ciencia, en general, en el departamento, en la Universidad, usa el método científico en problemas aplicados. Tiene un cierto nivel de competencia para tratar de profundizar al máximo el conocimiento usando el método adecuado. Ello implica entonces que el biólogo habla con números, habla a base de una metodología pertinente. Por otro lado existe un nivel que se ha especificado muy claramente también durante el seminario-taller, que es como de

competencia profesional; es otro estrato, no se sabe si por encima del anterior o paralelo a éste. Ese tipo de profesional se puede dar algunas libertades. Ellos afirman cosas por su experiencia o porque han trabajado en el tema, pero muchas veces no hay datos y en realidad a veces no tiene por qué haberlos. Y por otro lado, hay un tercer nivel de competencia para esta problemática en particular y son las personas que están a nivel de la toma de decisiones, llamémoslo ODEPLAN, o tipo ODEPLAN, o tipo "economistas". El hecho de organizar este seminario-taller era una buena oportunidad de poner en contacto estos diversos grupos. Ese era un objetivo específico y que en gran parte se ha cumplido. Han surgido cosas interesantes y a veces lo más obvio es lo más interesante; han ido saliendo durante los días de discusiones cosas tan obvias como que no existe algo que sea el matorral; hay distintas "unidades" de matorral. No es que se haya descubierto esto recientemente, sólo que se ha tomado conciencia de ello y en ese sentido es muy valiosa la posibilidad de reunir a estos grupos de personas en torno a la discusión de problemas de interés común de esta índole que son como aclaraciones básicas para iniciar una integración. Lo mismo ha sucedido con otros ecosistemas con que se ha trabajado al interior del departamento. No hay una fórmula mágica del intermareal, por ejemplo, y se ha demostrado que si uno se mueve un cierto trecho de uno a otro sector, son totalmente distintos y las hipótesis, las explicaciones, tienen que ser diferentes, porque las condiciones físicas y los organismos no son los mismos. Estas diferencias y matices son una cosa muy importante, que los que conocen el problema deben tenerlo muy en claro.

La mayoría de los objetivos planteados se ha cumplido. Ha habido oportunidad de conocer gente del extranjero, con otros tipos de enfoques y otra visión de los problemas. Y se ha conocido gente que está a sólo algunas cuerdas de distancia. Es muy importante el hecho de que se hayan detectado problemas concretos o que se hayan formulado preguntas concretas sobre pro-

* El editor espera haber mantenido la fidelidad de lo que cada uno de los participantes expresó y quiso recalcar.

blemas específicos y esa es una de las cosas a las cuales se estaba apuntando al organizar este tipo de taller.

* * *

Este taller, para satisfacción de los organizadores, ha mostrado que Chile tiene gente para enfocar los estudios y aplicaciones a diferentes niveles (2). Es indudable que organizar una cosa como esta tenía sus riesgos, pero era necesario asumírselos y es bueno que ello ocurra en el seno de la Universidad. Y está claro que la Universidad tiene que tomar en sus manos estos problemas. Por otro lado, es importante decirles a las personas que trabajan en las ciencias básicas que muchas veces importantes contribuciones a la teoría ecológica han surgido de investigaciones aplicadas (Darwin, por ejemplo, tiene una concepción muy clara de la selección natural, porque conocía perfectamente bien la selección de plantas de cultivo y él hizo, por otra parte, buenos cruzamientos con palomas). Por otra parte, debemos estar no sólo pendientes de las investigaciones que podamos generar nosotros mismos, sino que estar atentos a las interrogantes que se nos puedan plantear. Si estamos dispuestos a atender investigaciones requeridas de más aplicación, tal vez podamos hacer una contribución cada vez más convergente con las problemáticas más estrictas que plantea el aprovechamiento efectivo de los recursos naturales.

Todos los roces y fricciones propias de estos esfuerzos parece que son inevitables, porque hay problemas por la falta de lenguaje común, de historia previa o de coevolución intelectual. Sin rasgarnos las vestiduras, nos ha llevado a decir en este seminario-taller en qué somos iguales, en qué somos distintos y eventualmente estos contactos habría que alimentarlos a futuro.

* * *

Parece que el nivel de interés en la mantención y en el manejo de recursos y en la conservación de las especies aquí en Chile es muy bueno (3). Este participante espera que se tenga bastante éxito en el desarrollo de los planes para la mantención de la riqueza de una parte tan importante del país. Pero, por otro lado, la cosa que le interesa es la laguna (gap) que existe entre los científicos básicos y los científicos aplicados aquí en Chile. Este no es un problema

chileno; es un problema de todo el mundo, y es tal vez lo mismo en los Estados Unidos; posiblemente sea más fácil ayudar a las cosas en un país más chico como éste, donde hay menores barreras institucionales y espaciales para el intercambio. ¿Cómo se visualiza esta acción? Es indudable que debe estimularse la interacción mutua. Una manera de hacerlo es a través de conversaciones sobre lo que son los problemas aplicados y los problemas básicos y que tienen cierta sobreposición. Un ejemplo concreto. Ahora se está cambiando hacia el bosque de *Pinus radiata* en Chile. ¿Y por qué se tiene tanto interés en árboles extranjeros? Lo que se gana con las especies extranjeras es que habitualmente vienen sin sus enemigos naturales, sin sus hongos, sin insectos y por eso a lo largo de un cierto tiempo crecen habitualmente mejor y con menos problemas. Pero seguramente después de un corto plazo, pocas décadas, aparecen las plagas de *Pinus radiata* acá en Chile. La introducción de esta especie a este país es un experimento muy interesante. Por ejemplo, los insectos que comen *Pinus radiata* en Chile, de dónde vienen?, ¿cuáles son sus especies huéspedes?, vienen de especies relacionadas como *Fitzroya* o *Austrocedrus*?, ¿vienen de otras especies? Este es un problema bastante importante para la ecología básica, para la estructura de comunidades y para el manejo del pino, que es importante conocer. Es valioso si podemos hacer investigaciones en este sentido y de achicar la laguna existente entre lo "básico" y lo "aplicado".

* * *

De hecho, se está trabajando sobre un problema en común, pero que éste está siendo mirado con un lente de diferente tonalidad, pero en otros casos con diferente aumento y ángulo (4). Es muy importante por ello que los grupos se conozcan. Si ello es así, se van a enriquecer mutuamente; algunos van a ver cuáles son las necesidades urgentes de los que están en la primera línea del problema y los que están en la primera línea se van a dar cuenta que hay gente que maneja una serie de conceptos, con estudios básicos, que los van a apoyar y los van a ayudar a asentar mejor ese problema. Entonces, desde ese punto de vista es muy importante la interacción. También ese conocimiento puede redundar realmente en que nos conozcamos, aun cuando

hemos visto a algunas personas que piensan que es difícil la comunicación entre el que está haciendo investigación aplicada y el que está haciendo investigación básica. Eso en realidad debería ser bastante fácil. La participación en este seminario-taller ha permitido valorizar ciertas cosas y mirar el problema de manera más integral; por lo tanto este participante es un partidario muy ferviente de este tipo de interrelación. Es importante aumentar estos contactos a fin de integrar los puntos de vista de diferentes personas sobre el mismo problema. Desde su punto de vista, muchas personas se dieron cuenta que en algunos aspectos pueden aportar a mucha otra gente a quienes han conocido y a su vez sienten que esa gente les puede aportar a ellos. Es importante hasta el punto que pueda plantearse algún tipo de investigación integrada y eso sería uno de los grandes aprovechamientos de los recursos humanos y materiales existentes.

* * *

El integrarse con gente que está trabajando en problemas similares, otorga a su vez la posibilidad de no repetir investigación, para en cierta manera complementar información (5). Desde el punto de vista del manejo de los recursos forestales, ellos tienen una serie de componentes. Por una parte, las ciencias biológicas básicas; por otra, una serie de aspectos técnicos y luego algunos aspectos económicos. Muchas veces se confunden y se identifica al manejo sólo con la parte económica.

Es indudable que la investigación tiene que basarse en el aspecto biológico para poder definir los aspectos técnicos y solamente integrando todo es posible llegar a manejar un determinado recurso. Ahora bien, los biólogos, por otro lado, tienen la ventaja que pueden trabajar en forma independiente en los problemas que les interesan, sin tener esa conexión hacia el manejo. Lo positivo en esta reunión fue precisamente eso, que desde la parte biológica básica se está buscando la conexión hacia la parte aplicada para llegar al objetivo final, con un problema, en este caso del matorral en Chile. En ese sentido se han reunido los distintos sectores que participan en esto: por una parte los que se dedican a la ciencia biológica básica, los que se dedican a los aspectos más aplicados y finalmente los que es-

tán en la parte de decisión política de cómo utilizar estos recursos.

En este sentido ha habido algo de incompreensión y algunas actitudes de defensa muy localizadas en algún momento y que se explican por la urgencia que se tiene hoy de solucionar problemas que se vienen arrastrando desde mucho tiempo y que requieren en su parte de investigación, de un tiempo largo para esperar los resultados; y los distintos niveles que han alcanzado en el aspecto conocimiento son bastante diferentes. Existen algunos antecedentes básicos, algunos antecedentes de tipo aplicado, pero en general queda latente que hay más lagunas que conocimientos; ahora, en ese sentido, otro aspecto que queda claro es la necesidad de llenar los vacíos hasta una etapa de planificación, partiendo de los distintos grupos y tal como nos reunimos aquí. Queda claro que se ha llegado a una cierta coincidencia sobre cuál es el problema global, cómo atacarlo y cuáles son los distintos aspectos que tienen que afrontarse. No se habrá logrado mucho, si después de esta reunión nos separamos y cada uno se queda en su laboratorio, pero sí en el caso que seamos capaces de atacar el problema desde los distintos puntos de vista a base de un esquema que se ha señalado aquí.

En Chile, un país en desarrollo con una infraestructura de investigación bastante escasa, no es posible permitirse el lujo de hacer una investigación de tipo puntual, aislada y buscar la integración con el tiempo, sino que se requiere de una planificación común y buscando una solución probable. Esta es una de las conclusiones importantes de este seminario-taller. Desde el punto de vista forestal, en lo específico, debería darse énfasis a un aspecto que probablemente aquí no ha quedado suficientemente explicitado, cual es toda la parte del tratamiento y de la productividad, o sea de distintas alternativas de intervención. Eso requiere una parte experimental que hemos visto existe con respecto al arbusto forrajero y que ya lleva bastante tiempo; un ejemplo exactamente igual debe hacerse en la parte forestal en combinación con pradera y en ese sentido toda la parte experimental de tratamiento debe basarse en el conocimiento, producto de la investigación básica. Y eso se está haciendo exactamente igual en nuestros bosques.

Y un aspecto que quizás no se ha tocado suficientemente es evaluar la forma actual

de estos sistemas ecológicos. Sin lugar a dudas, la intervención que se viene haciendo desde hace bastante tiempo en esos bosques tiene su razón de ser y tiene muchos aspectos que nos pueden ayudar a encontrar formas de mejorar esa intervención en sistemas similares como el que nos preocupa en estas reuniones.

* * *

Hay aspectos del seminario-taller que no tuvieron mucha relación con el matorral y con el bosque esclerófilo, pero sí con algo que es muy importante, cual es la relación interinstitucional (6). Una de las cosas que se ha venido advirtiendo es que existe, no una "descoincidencia", pero sí una falta de contacto entre instituciones. En algún momento se discutió también en el seminario-taller la falta de conocimiento. Es una falta de conocimiento general a todo nivel relacionado con los recursos naturales, pero los instrumentos existen, quizás hay que profundizarlos y mejorarlos aún más. El conocimiento, de cierta manera, IREN lo tiene, pues está en estos años desarrollando un proyecto que abarca la recopilación de una serie de informaciones sobre recursos naturales, infraestructuras, servicios, etc., de manera de poder homogeneizar y ofrecer luego esa información. Para ese proyecto estaba faltando esta vinculación lograda en el seminario-taller, es decir llegar a visualizar qué es exactamente lo que necesita el usuario para así poder entregarle una información lo más cercana a ser útil. Este seminario tiene para IREN la virtud de empezar a responderles algunas de esas preguntas en el sentido de ver al usuario, Universidad, institución pública, el usuario privado, de muchas de las preguntas, de las consultas y de las aseveraciones que surgieron en el taller. Es decir, la importancia del seminario se ha visualizado con respecto a la forma de responder preguntas en una labor interdisciplinaria y a fin de ir acondicionando el trabajo futuro de esta organización.

* * *

El acercamiento que ha habido aquí entre los investigadores y los organismos encargados de aplicar normas técnicas específicamente en lo que se refiere al bosque esclerófilo, ha resultado positivo (7). CONAF, como organismo estatal, requiere la

información, y ésta puede ser entregada por gente de la Universidad. Más que nada, porque ellos son los responsables "legales" de todo lo que respecta a la conservación y protección de los recursos naturales del país y para este caso, el bosque esclerófilo. Es muy importante este tipo de contacto y sería útil incrementarlo a futuro para poder ellos dar a conocer sus inquietudes y los profesionales de la Universidad ver la posibilidad de lograr las soluciones a dichos problemas. Tal como se planteó en los talleres, CONAF está llana a recibir todo tipo de sugerencias respecto a esto y mejorar lo que ya existe, y en ese sentido estas reuniones son un gran paso que se ha dado. CONAF está también dispuesta a invitar a sus oficinas para intercambiar ideas, para el planteamiento de problemas y para entregar las experiencias que ellos tienen en todo lo que se refiere al manejo del bosque.

* * *

Se puntualizan (8), por otra parte, dos aspectos que sería de gran importancia futura considerar. Por una parte, interesaría sobremanera que este tipo de actividades se pudiera prolongar en el tiempo y en el espacio, con interrelaciones tan importantes que permitan ampliar el espectro científico, como asimismo crear una fuerza que se extienda hoy en día con el fin de favorecer la defensa de nuestros recursos naturales. Por otra parte, y es de importancia, que todos estos estímulos y conclusiones puedan ser llevados por las vías más pertinentes hacia aquellas personas que tienen la capacidad y la responsabilidad de tomar decisiones, con el fin de que todo este esfuerzo humano y material cristalice en algo realmente positivo.

Algunos planteamientos y preguntas

A continuación se hace una síntesis en otra perspectiva respecto a los problemas analizados en el seminario-taller, sobre la base de la formulación de una serie de planteamientos y preguntas* y las respuestas que generaron los participantes.

a) Por una parte aparecieron problemas que tienen que ver con las lagunas del conocimiento. Las preguntas a este respecto son: ¿Cómo se van a solucionar? ¿De a

* Elaborados por E.R. Fuentes (9).

una cada vez, o en grupos interdisciplinarios? ¿Nos vamos a poner de acuerdo? ¿Vamos a hacer programas internacionales?

b) Otro problema diferente que se produce aquí es respecto a las características de estos talleres: ¿Este tipo de taller es bueno para quién? ¿No podría tal vez ser mejor, con respecto a esto, hacer otra forma de taller, como por ejemplo, ver qué es lo que pasa con la regeneración después del fuego y analizar cambios en los patrones de regeneración, desarrollado esto en un taller en que participen distintos tipos de investigadores? ¿Valdría el esfuerzo hacer talleres por áreas o por problemas específicos?

c) Un tercer grupo de preguntas es: ¿A quién sirven estos talleres? ¿Vale la pena seguir haciéndolos?

d) Finalmente surge la pregunta: ¿A quién le mandamos los resultados de este taller? ¿Cómo comunicamos esto? ¿Qué hacemos con respecto a los resultados?

Las opiniones sobre estos planteamientos se sintetizan ahora, algunas textualmente y otras se interpretan en forma sucinta:

“Voy a aprovechar (10) el desafío que plantea Eduardo para exponer una cosa que tiene que ver con el problema de las lagunas. Y esto retrotrae a toda la concepción de este taller que expuse en una ponencia en el día de la inauguración* y que no voy a repetir, pero que tiene que ver con lo que a mí como miembro del departamento y en cierto modo, además, como conductor de algunos aspectos de su política, me preocupa y cuál es el problema de las ‘opciones’ que hace el investigador y que tenemos que hacer permanentemente los investigadores respecto a cuál va a ser el próximo problema que vamos a investigar. Las personas que integramos el departamento hemos sido todos generados o regenerados hacia la tradición internacional de la ciencia, en el sentido de que formulamos periódicamente un proyecto de investigación lo más inteligente posible, trabajamos en él y una vez que hemos terminado, remitimos los resultados a algún organismo que actúe un poco como garante de la calidad y que son las publicaciones científicas. Y una vez que logramos que esos artículos científicos sean publicados, lo anotamos en nuestro currículo y nos quedamos con la conciencia tranquila. Esa manera de trabajar no lleva,

por supuesto, a la solución de los problemas de, por ejemplo, cómo se va a manejar el matorral o cómo se maneja el intermareal. Para producir las respuestas necesarias, hay que canalizar las preguntas y a nosotros, como centros de investigación básica, no nos es fácil canalizar las preguntas porque no tenemos —por lo mismo de la naturaleza de nuestra actividad— por qué saber cuáles son los problemas que hay que resolver para manejar los recursos. Entonces nos interesaría no sólo un enunciado de todas las cosas que no se saben —porque ese enunciado puede ser eterno de largo—, sino cuál de todas las cosas que no se saben le sirven a quienes tienen que tomar decisiones en el manejo de recursos. Ahora me pregunto, si las personas que manejan recursos tienen la capacidad de diagnosticar cuáles son las cosas que habría que averiguar para manejar bien el recurso, a lo mejor tendríamos que hacer un segundo seminario para eso. Pero yo creo que ciertamente este seminario para nosotros no va a terminar; nos hemos quedado con una tarea que va a tener que procesarse para darle término”.

“Me doy cuenta que nosotros tenemos el problema de la jerarquización de las preguntas a las cuales a nosotros, como investigadores, nos resultaría interesante responder. No he hecho más que agregar una segunda pregunta a las preguntas planteadas anteriormente, pero esa es la inquietud que yo tengo en este momento, respecto al tema que ha sido puesto en discusión”.

* * *

En respuesta a las preguntas formuladas y en otra perspectiva, se plantean casos relativos a las organizaciones científicas como alternativas permanentes a los seminarios-talleres (11). Se hace una relación histórica de la necesaria transformación de la Sociedad de Biología de Santiago en una entidad nacional. En ese entonces se tenía la misma necesidad que los participantes del seminario-taller, la de una mayor comunicación para el intercambio de opiniones. De esta experiencia puede surgir la inquietud, respecto de que si este taller cumplió cierta finalidad, ello no sirve para nada si no tiene continuidad, y no la va a tener si acaso no se encuentra otro mecanismo de intercomunicación más permanente. Para los biólogos básicos, la solución fue la Sociedad de Biología de Chile y pareciera se-

* Ver palabras de Patricio Sánchez: El Seminario-Taller, sus motivos y propósitos.

que los participantes del seminario-taller podrían llegar a tener una sociedad científica propia que les de cabida a todos los miembros y donde puedan estar comunicando a medida que avancen en el análisis de los diversos problemas relacionados con los recursos naturales. Es importante partir de un hecho muy particular y concreto para llegar a generalizaciones y es necesario ir solucionando paulatinamente estos pasos. La laguna puede irse llenando a través de la comunicación de las investigaciones, las bibliografías, los conocimientos nuevos y de allí irá surgiendo la integración. Así cada grupo de trabajo en sí constituye una unidad y tiene que tener su propia autonomía y no es posible interferir en ella. Pero esos grupos tienen que comunicarse con los otros. Sin embargo, sería muy mal visto que una universidad siguiera siendo la líder en estas organizaciones. Las distintas universidades y los diversos grupos tienen que ser igualmente responsables y eso se logra en las sociedades científicas en que los directorios van cambiando y las responsabilidades de dirección rotando.

* * *

Con respecto a las preguntas planteadas recientemente, en lo que concierne a los recursos marinos, hay un recorrido un poco más largo, pero que bien podría servir de ejemplo (12). Es un poco más maduro, con algunas características especiales. En ese sentido los grupos que trabajan en los recursos marinos han pasado exactamente por la misma cosa hace unos 8-10 años. Un organismo, el Instituto de Fomento Pesquero, se puso de acuerdo con las universidades. Estas le solicitaron a IFOP una lista de preguntas, considerando que a la Universidad le corresponde hacer la investigación básica. Realmente cuando se vuelve a revisar cuáles son las preguntas que estaban en esa lista, ellas bien podrían haber sido sacadas del índice de un libro. Ello demostraba, efectivamente, que ese grupo de usuarios no estaba capacitado para hacer la pregunta o la serie de preguntas más adecuadas para nuestros propios problemas. Era cierto que sobre la base de esas preguntas era difícil elaborar una respuesta. Pero pasaron los años y cada grupo, usuarios y universidades siguieron trabajando en sus cosas.

Hace relativamente poco tiempo se creó la Subsecretaría de Pesca que ya no es

IFOP, en este caso responsable de las políticas pesqueras del país. Ha tenido que volver a lo mismo, es decir, a especificar cuáles son los problemas y a solicitar las respuestas. Hay una experiencia de unos pocos años atrás y las cosas que se están haciendo ahora en función de los proyectos que está financiando la Subsecretaría, indican que no sólo son capaces de plantear una pregunta, tienen además los fondos para financiar la contestación de esa pregunta. Cuando se miran los proyectos que se están haciendo ahora en la Subsecretaría de Pesca, da la impresión que las preguntas son más ordenadas, tienen fines bastante concretos, hay un cierto campo de movimiento. No sabemos hasta cuándo se va a mantener la situación, pero en el caso de los recursos marinos, la solución es posible visualizarla por ese lado.

Es posible que en la parte agraria y pecuaria exista algo equivalente o que haya existido por mucho tiempo. En este sentido hay dos elementos importantes: capacidad de realizar la pregunta adecuada o la secuencia de preguntas adecuadas y la cantidad de financiamiento. Por otro lado, lo que en este momento tienen la responsabilidad de plantear las preguntas son personas que han tenido otro recorrido y que conocen bien la pesquería; afortunadamente ha llegado gente que tiene la capacidad suficiente de plantear las preguntas. Y en ese sentido también es importante lograr los equivalentes en el ambiente terrestre, es decir, que lleguen a los niveles de decisión o fijación de políticas, personas con una cierta experiencia científica, que a la vez sean capaces de hacer la pregunta pertinente a la comunidad científica, para que esta, con el financiamiento adecuado, pueda proveer las respuestas.

* * *

Se opina, por otro lado (13), que aparentemente en el país no hay una instancia que dicte políticas de investigación. La investigación en general es de tipo individual; se postulan problemas específicos y en este sentido, dada la estructura de la investigación en el país, es el investigador el que tiene que atacar el problema global y dar la solución. Si se miran las lagunas y se preguntan cuáles son los problemas, éstos son tan amplios que va a ser difícil dar una respuesta. Se piensa que es el grupo de investigadores quienes deben detectar el

problema y describir cómo planificar la investigación y cómo atacarlo. Debe estar capacitado para hacer una proposición prácticamente completa. Ahora bien, si estos investigadores enfocan bien el problema, existen suficientes medios en los SERPLAC, en CONAF, etc., para financiar los proyectos que prometan solucionar los problemas que ellos tienen.

* * *

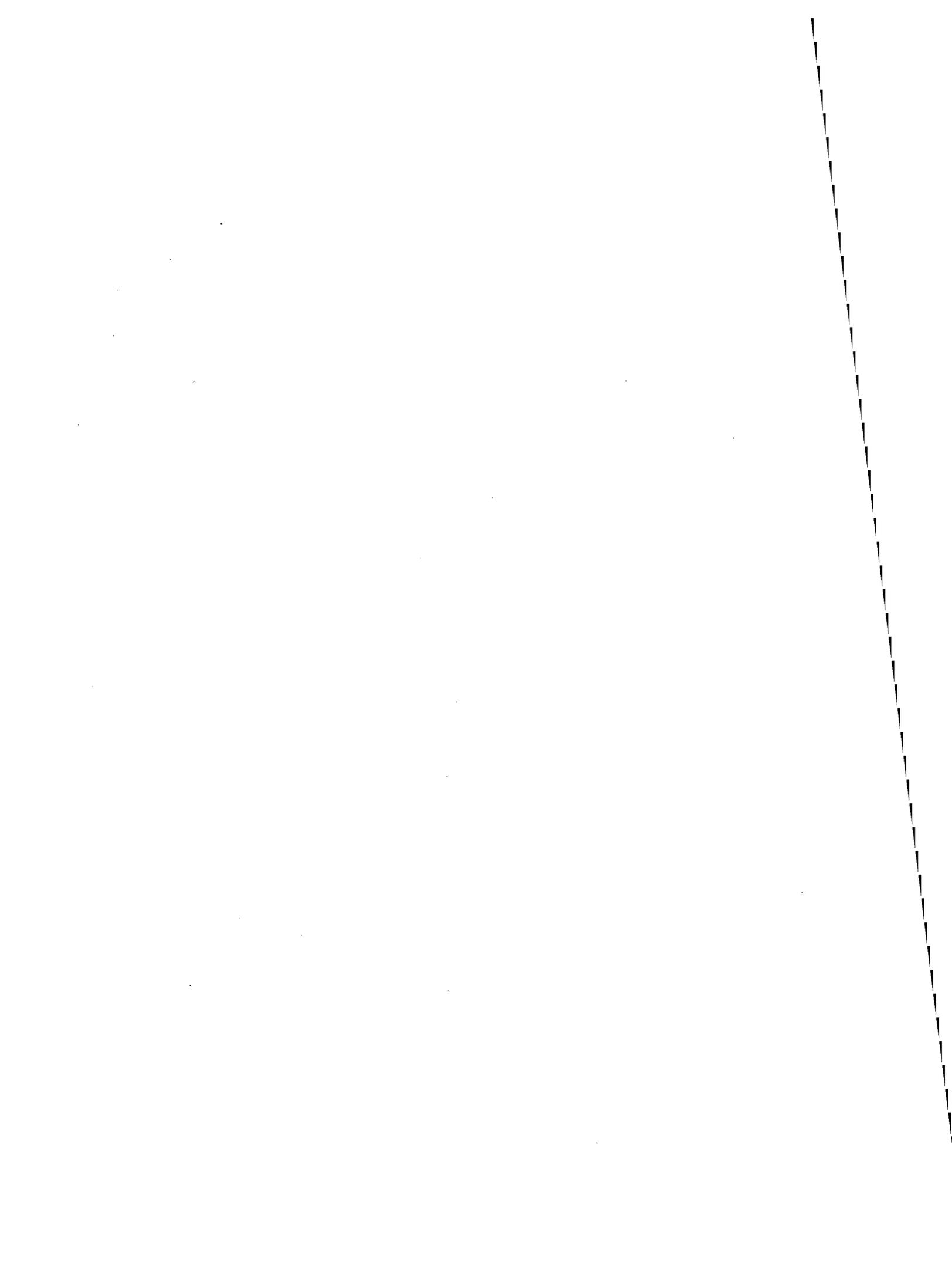
Se ha planteado también que un problema importante es cómo los resultados van a llegar a los usuarios; es decir, los medios de información donde se publica la investigación científica no les llegan y el asunto es que se debe lograr que los resultados los consideren suyos y los puedan usar (14). En ese sentido hay un problema importante, cual es la falta de una cultura biológica y por tanto los aspectos biológicos simplemente no prenden. Se hace una cierta cantidad de investigación básica, pero esta no llega y no es traducida a aquellas instancias de personas que las deben hacer suyas. En cuanto a la forma de trabajo de CONAF, por ejemplo, antes se detectaba un problema y la misma Corporación proponía una solución. El personal pasaba en terreno y tenía contacto con la gente de los predios viendo cuáles son las lagunas, cuáles son los problemas que les estaban afectando en ese momento; por ejemplo, a los campesinos que hacen uso del matorral. El personal de CONAF mismo hacía talleres internos y buscaban las soluciones. Eran "soluciones-parche" para tratar de presentar luego alguna alternativa a esa gente. A su vez, les entregaban los resultados que para algunos de ellos no eran de lo más claros, pero era lo mejor que se podía proveer. En este momento, la función de la Corporación y de otras instituciones del Estado es detectar las lagunas, ir a terreno, consultar a la gente sobre cuál es el problema, qué pretenden hacer con sus predios y esas personas solicitan se les dé solución. Y se pueden vislum-

brar soluciones por medio de las universidades o por medio de organismos y de gente especializada en este tipo de estudios científicos y de allí fue que se puede y se debe hacer este tipo de talleres específicos, en que se integren aquellos que requieren respuestas a sus consultas con aquellos que pueden darlas.

* * *

A modo de otro ejemplo, en el caso de los incendios forestales, CONAF (15) lleva varios años "apagando incendios" forestales del matorral; han recibido una gran cantidad de metodología extranjera, la han tratado de adaptar a la realidad local. Se han hecho algunas investigaciones y presentado algunas soluciones y han seguido atacando incendios forestales. En este momento la Universidad Católica de Chile tiene un estudio de la problemática de los incendios forestales y se está buscando cuál es realmente el problema, cuál es la magnitud que tiene, si son perjudiciales o no. En ese proyecto tipo-taller, con científicos especialistas en la materia y la participación de la gente de terreno de la Corporación, se va a llegar a tener el resultado que la Corporación en algún momento va a repartir a todos los propietarios de terrenos agrícolas, a la propia gente de CONAF y a lo mejor no se necesitará seguir apagando incendios pudiendo llegarse a una solución con un manejo más racional del matorral para estos fines. Así van a seguir trabajando en el problema pero sobre bases científicas. Apparently esa es la mejor manera de detectar las lagunas y lograr llenar los vacíos del conocimiento para el uso y manejo de los recursos.

(1, 12) J.C. Castilla, (2) C. Verona, (3) G. Orians, (4) A. Olivares, (5, 13) H. Schmidt, (6) M. Fajardo, (7) W. Canto, (8) F. Squella, (9) E.R. Fuentes, (10), P. Sánchez, (11), L. Vargas, (14) J. Rottmann, (15) NN, CONAF.



Conclusiones

El I Seminario-Taller sobre "Bases Biológicas para el Uso y Manejo de Recursos Naturales Renovables: Los Recursos de la zona de Matorral y Bosque esclerófilo de Chile Central" que se desarrolló durante tres días, fue una buena oportunidad para reunir a los grupos que desarrollan investigación básica, a los que utilizan dicha información y a los que están encargados de generar y aplicar las políticas de uso y manejo de recursos naturales renovables.

Especiales instancias de discusión fueron los talleres sobre "Bases biológicas y usos forestales del matorral y bosque esclerófilo" (Taller A), "Bases biológicas y usos ganaderos del matorral" (Taller B), "El espectro conservación-preservación en el matorral y bosque esclerófilo" (Taller C) y el Foro sobre los "Problemas de comunicación entre los investigadores y la comunidad".

Los detalles de lo que se discutió en cada una de estas sesiones se han sintetizado en páginas anteriores. Acá se reseña ahora, brevemente, y con ciertas limitaciones, algo que podría resumirse como Conclusiones.

Taller A

1. Se detectó algunos notables vacíos del conocimiento en aspectos de investigación básica, particularmente en lo referente a la dinámica de poblaciones, a los potenciales de germinación de especies del matorral y a la fisiología de algunas especies, especialmente aquellas que pudieran tener un uso alternativo. También se llamó la atención hacia la falta de información cartográfica adecuada para hacer una evaluación de los recursos disponibles.
2. También se detectó una falta de coordinación entre los centros generadores de información básica, los organismos que dictaminan políticas de manejo y fiscalizan la intervención, y los usuarios. La

interacción más escasa se da aparentemente entre los usuarios y los centros generadores de información básica.

Taller B

3. Por otra parte, y tomando en cuenta las interacciones costo-beneficio, se consideró que para lograr una optimización de estas relaciones se requiere de: a) Mapas de vegetación potencial a corto y mediano plazo, tomando en consideración los suelos y climas de distintas situaciones. b) Antecedentes sobre la respuesta que presenta la vegetación a distintas cargas de organismos pastoreadores. Aquí se consideró indispensable contar con indicadores de degradación de los sistemas. c) Mapas para las diferentes épocas del año, en que se consigne la oferta nutritiva de los arbustos, incluida la composición química y las posibilidades de consumo por parte de pastoreadores, y d) Antecedentes sobre los requerimientos nutritivos de distintos pastoreadores según las fases en que se encuentren.

Taller C

4. Habiéndose planteado la pregunta general sobre si debe hacerse conservación de la vegetación de matorral y respondida ésta a través de las funciones que presenta este tipo de formación, como fuente de recursos (1), como elemento ecológico (2) (ciclo del agua, oxígeno, mantención de fauna, protección de cuencas y antierosión) y como elemento estético (3), se concluye que sobre lo primero (1) ha habido cierta preocupación, pero que en relación con los puntos 2 y 3 se ha hecho muy poco, especialmente por falta de una conciencia ecológica, de una débil implementación de los reglamentos y de posiciones culturales desfavorables.

5. Para diseñar medidas de manejo y de conservación y preservación, se considera que la información básica existente es muy escasa. Se trata de preservar los sistemas de bosque esclerófilo más representativo, pero no se sabe cuántos son, ni cuáles son los más conspicuos. Tampoco se sabe cuánta superficie de vegetación de matorral y bosque esclerófilo se debe conservar. Hay carencia de los mapas más esenciales de vegetación, de pendientes, de hidrología. Estos vacíos son un freno importante para la toma de decisiones. Además, existe el problema de una falta de conocimiento, en algunos centros de investigación, acerca de las necesidades de investigación requerida y una falta de contacto entre equipos de distintas disciplinas.

Foro

6. Se ha detectado que la toma de decisiones que afecten a los recursos naturales es susceptible a la presión del público, pero que éste sólo podrá ejercer dicha presión si toma conciencia de estos problemas; esto se logra a través de un conocimiento relativamente serio de la estructura y funcionamiento de los sistemas ecológicos. Por un problema de lenguaje, los científicos que dominan parte de esos conocimientos no llegan directamente al público, requiriéndose de algunas vías para la transmisión de los conocimientos a la comunidad en general. Entre los mecanismos de extensión de este conocimiento se han estipulado:

a) La educación formal, con cursos de ecología insertos en diversos niveles de la enseñanza media y básica; y en la educación universitaria, a través de cursos generales sobre problemas ambientales, abiertos a todos los estudiantes universitarios de diversas disciplinas. También se debe considerar cursos de extensión a profesionales.

b) La educación no formal, a través de diarios murales, folletos, grupos de acción, medios de información. Para que los periodistas puedan contribuir a la

educación a través de estos medios, ellos deben ser formados por los científicos. Una instancia importante es el establecimiento y mantención de cursos de periodismo científico en las escuelas correspondientes.

Comentarios generales y acciones futuras

Se ha opinado, en general, que ha sido muy valiosa la posibilidad de reunir a estos grupos en torno a la discusión de problemas de interés común, importante aclaración básica para comenzar una integración. Pareció también importante que la Universidad tome en sus manos reuniones de este estilo. Se debe estimular la interacción futura para conversar sobre los problemas aplicados y los problemas básicos que tienen cierta superposición. Ello es especialmente importante para conocer las necesidades de aquellos que están enfrentados a resolver problemas y que requieren de la información generada a nivel básico. Para ello es necesario que en los niveles de decisión haya personas con formación científica, capaces de generar las preguntas y de plantearlas a la comunidad científica y a la vez especificar un cierto nivel de financiamiento. Ello no quita, sin embargo, la posibilidad de que sea la propia comunidad científica la que genere algunas preguntas específicas, en el sentido de detectar un problema de probable orientación aplicada y de planificar la investigación para abordarlo. Uno de los aspectos importantes que se mencionó, es que en Chile, con una infraestructura de investigación bastante escasa, no es posible permitirse hacer una investigación de tipo puntual, aislada, sino que debe lograrse una planificación común y buscar una probable solución a los problemas referidos a los recursos.

Este Seminario-Taller ha servido para responder algunas preguntas en una labor interdisciplinaria. Aún queda bastante por conversar. De acuerdo a lo anterior aparece como muy necesaria la interacción futura a través de diversas modalidades de discusión e integración del conocimiento hacia la solución de problemas prácticos en relación a los recursos naturales renovables del país, entre aquellos que generan la información

básica, aquellos usuarios que requieren de este conocimiento y aquellos que fijan y aplican políticas de Uso y Manejo.

Probablemente en un futuro taller sobre estos temas sería conveniente orientar el análisis hacia problemas más específicos. Posibles áreas se han sugerido durante las discusiones. Cabría buscar y hacer efectivos

mecanismos más permanentes de interacción, que permitan discutir y proponer soluciones específicas a los problemas relacionados con el matorral y bosque esclerófilo de la zona central de Chile.

El presente Seminario-Taller ha sido un buen punto de partida. Ahora se requiere de acciones concretas.

PRIMER SEMINARIO-TALLER

**BASES BIOLÓGICAS PARA EL USO Y
MANEJO DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

**LOS RECURSOS DE LA ZONA DE MATORRAL Y BOSQUE ESCLEROFILO
DE CHILE CENTRAL**

ORGANIZADO POR

Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones
Facultad de Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad Católica de Chile

PATROCINADO POR

Sociedad de Biología de Chile
Proyecto Andino (MAB-UNESCO)-UNEP
Museo Nacional de Historia Natural

CON LA COLABORACION DE

Compañía Refinería Azúcar Viña del Mar, CRAV
CORPORA S.A. Productos Monterrey
Dirección General del Metro de Santiago

Santiago, 24, 25 y 26 de noviembre de 1980

CASA CENTRAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Programa

Lunes 24	Mañana	Martes 25	Mañana
8.00 – 12.45	Inscripción de participantes.	9.00	Conferencia: <i>“El matorral en perspectiva ganadera”</i> . Raúl Meneses, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Los Vilos. Discusión <i>Moderador:</i> José Martínez.
9.30	Reunión Inaugural. <i>Palabras de bienvenida:</i> Jorge Lewin, Director del Instituto de Ciencias Biológicas. <i>El Seminario-Taller: sus motivos y propósitos.</i> Patricio Sánchez, Jefe del Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones, Instituto de Ciencias Biológicas. <i>Funcionamiento del Seminario-Taller.</i> Ernst R. Hajek, Coordinador.	10.45	Conferencia: <i>“Interpretación histórica y perspectivas en el uso del matorral”</i> . Rodolfo Gajardo, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Discusión <i>Moderador:</i> José Martínez.
10.45	Conferencia: <i>“Las teorías ecológicas como base para el manejo de ecosistemas”</i> . Carlos Verona, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Argentina. Discusión <i>Moderador:</i> Eduardo R. Fuentes.	14.30	Tarde Funcionamiento de Talleres A y B. Taller A: BASES BIOLÓGICAS Y USOS FORESTALES DEL MATORRAL Y BOSQUE ESCLEROFILO <i>Moderadora:</i> Gloria Montenegro Instituto de Ciencias Biológicas Pontificia Universidad Católica de Chile. <i>Secretarios:</i> Guacolda Avila Julio Gutiérrez Instituto de Ciencias Biológicas Pontificia Universidad Católica de Chile. <i>Participantes*:</i> Mary Kalin Carolina Villagrán Facultad de Ciencias Universidad de Chile Rodolfo Gajardo Ramiro Morales
15.00	Tarde Conferencia: <i>“Usos de la teoría ecológica en la mantención de ecosistemas con alta diversidad de especies”</i> . Gordon H. Orians, Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de Washington, Seattle, Estados Unidos. Discusión <i>Moderador:</i> Leslie R. Yates.		
17.00	Conferencia: <i>“El matorral en perspectiva biológica”</i> . Eduardo R. Fuentes, Instituto de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. Discusión <i>Moderador:</i> Leslie R. Yates.		

* La lista de participantes tuvo variaciones a lo largo del Seminario-Taller. Se anotan aquellos inscritos originalmente y sus afiliaciones.

Secretarias:

Alicia Hoffmann
Catalina Alliende
Instituto de Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad Católica de Chile.

Participantes:*

Waldo Canto
César Hormazábal
Carlos Weber
Corporación Nacional Forestal
(CONAF)

Gordon H. Orians
Universidad de Washington
Seattle, Estados Unidos

Representante
Oficina de Planificación Nacional
(ODEPLAN)

Mario Fajardo 15.00
Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN)

Integrantes de Talleres A y B.

¿QUE SABEMOS DEL MATORRAL Y DEL BOSQUE ESCLEROFILO?: PROBLEMAS DE COMUNICACION ENTRE LOS INVESTIGADORES Y LA COMUNIDAD.

Moderador:

Rubén Cisternas
Instituto de Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad Católica de Chile.

Participantes:

Sergio Prenafeta
Asociación Chilena de Periodistas Científicos

Adriana Hoffmann
Fundación Claudio Gay

Sebastián Donoso
Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Educación (CIDE)

Discusión abierta con todos los asistentes.

Tarde

SESION DE SINTESIS. .

Moderador: Ernst R. Hajek

Cuenta del análisis desarrollado por los Talleres A, B y C y por el Foro.

Gloria Montenegro: Taller A.
Eduardo R. Fuentes: Taller B.
Mario Peralta: Taller C.
Rubén Cisternas: Foro.

Discusión.

Entrega de Certificados de Asistencia.

día 25.

17.30

Clausura.

Mario Peralta
 Harald Schmidt
 Manuel Toral
 Facultad de Ciencias Forestales
 Universidad de Chile

Italo Serey
 Departamento de Biología
 Universidad de Chile
 Sede Valparaíso

Herbert Haltenhoff
 Fernando Maldonado
 Jorge Marín
 Ricardo Romero
 Corporación Nacional Forestal
 (CONAF)

Sandra Araya
 Orlando Balboa
 Miguel Jordán
 Alicia Hoffmann
 José Martínez
 Alan Walkowiack
 Instituto de Ciencias Biológicas
 Pontificia Universidad Católica de
 Chile.

Representante
 Oficina de Planificación Nacional
 (ODEPLAN)

Carmen Luz López
 Instituto de Investigación de Recursos
 Naturales (IREN-CORFO)
 Santiago

Participantes:*

Raúl Meneses
 Fernando Squella
 Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
 Estación Los Vilos

Carlos Verona
 Facultad de Ciencias Agrarias
 Universidad Nacional de Mar del Plata
 Argentina

Alfredo Olivares
 Facultad de Agronomía
 Universidad de Chile.

Waldo Canto
 Guido Soto
 Jürgen Rottmann
 Corporación Nacional Forestal
 (CONAF)

Gastón Pichard
 Humberto Benedetti
 Facultad de Agronomía
 Pontificia Universidad Católica de
 Chile.

Julia Etchegaray
 Leslie R. Yates
 Instituto de Ciencias Biológicas
 Pontificia Universidad Católica de
 Chile.

Representante
 Oficina de Planificación Nacional
 (ODEPLAN)

Taller B:

BASES BIOLÓGICAS Y USOS GANADEROS DEL MATORRAL

Moderador:
 Eduardo R. Fuentes
 Instituto de Ciencias Biológicas
 Pontificia Universidad Católica de
 Chile.

Secretarios:
 María Ester Aljaro
 Javier Simonetti
 Instituto de Ciencias Biológicas
 Pontificia Universidad Católica de
 Chile.

Miércoles 26 Mañana

9.00 Funcionamiento de Taller C

Taller C:
EL ESPECTRO CONSERVACION-PRESERVACION EN EL MATORRAL Y BOSQUE ESCLEROFILO

Moderador:
 Mario Peralta
 Facultad de Ciencias Forestales
 Universidad de Chile

* Ver nota día 25.