

## *Ayuda didáctica*

# **La Patagonia extrandina: análisis de la estructura y el funcionamiento de la vegetación a distintas escalas**

**José M. Paruelo, Martín R. Aguiar, Rodolfo A. Golluscio y Rolando J.C. León**

*IFEVA, Cátedra de Ecología, Departamento de Ecología, Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina*

**Resumen.** *El presente trabajo resume parte de la información disponible acerca de la estructura y el funcionamiento de la estepa patagónica. Dicha información es presentada de manera jerárquica, desde el nivel regional, considerando estudios basados en imágenes satelitarias, hasta el puntual acerca de estudios sobre la instalación de plántulas en distintos micrositos de la comunidad. El trabajo resalta la importancia de una correcta definición de la escala a la cual se percibe el sistema y en la cual se circunscribe el problema a resolver. Se propone el uso del presente trabajo para el tratamiento, sobre la base de un ejemplo regional concreto, de varios temas de los cursos regulares de Ecología, tales como relevamiento de recursos, niveles de percepción, análisis de gradiente, percepción remota, competencia, relaciones vegetación-ambiente y flujo de energía.*

**Abstract.** *This paper summarizes part of the available information on the structure and functioning of the Patagonian steppe. This information is presented hierarchically, from the regional level, based on remote sensing studies, to detailed analyses about the recruitment of seedlings in different microsites of the steppe. We stress the importance of a proper definition of the scale of different problems in Ecology. We propose the use of the present work in undergraduate courses of Ecology, to discuss, based on a real regional system, a series of concepts, such as resource assessment, levels of perception, remote sensing, gradient analysis, competition, environment-vegetation relationships and energy flow.*

## **Introducción**

El manejo racional de los recursos naturales debe apoyarse necesariamente en el conocimiento del funcionamiento y la estructura del ecosistema sobre el cual se pretende actuar. Pero, ¿qué significa conocer el ecosistema?. Podríamos decir que básicamente implica responder a qué hay, cómo se distribuye en el tiempo y el espacio; cómo funciona, cuáles son los factores que controlan su funcionamiento y qué fenómenos perturban su comportamiento. La respuesta a estas preguntas variará con la escala a la cual se observa el sistema. La escala a la que se debe plantear el análisis depende fundamentalmente del problema que se debe atacar. Un ministro de Asuntos Agrarios puede estar preocupado por el impacto de los cambios globales del clima sobre el sistema agropecuario de Chubut, un extensionista agropecuario del área de Esquel puede interesarse en el aprovechamiento diferencial de distintas unidades de vegetación y un asesor privado en las posibilidades de aumentar la producción de forraje en un potrero. La existencia de problemas a distintas escalas implica la necesidad de reconocer la heterogeneidad de los recursos y los factores que la determinan a esa escala.

En este trabajo se presenta una síntesis de varios estudios que describen la heterogeneidad de la vegetación de la Patagonia a distintas escalas (regional, de comunidad, de stand, de parche), que

relacionan dicha heterogeneidad con factores ambientales, naturales y antrópicos y que ahondan en el conocimiento de ciertos aspectos funcionales del sistema.

## Escala regional

Se pueden ensayar distintas vías para describir la heterogeneidad de un área tan vasta como la Patagonia: 1) mediante el uso de caracteres fisonómico-florísticos y 11) mediante el uso de imágenes satelitarias

I) Usando caracteres fisonómicos y florísticos (a nivel de especies dominantes) Soriano (1956) definió cinco distritos para la Provincia Fitogeográfica Patagónica (Figura 1): 1. Subandino, 2. Occidental, 5. Central, 4. del Golfo de San Jorge y 5. Fueguino.

Los pastizales que dominan el *distrito Subandino* constituyen el contacto de la Patagonia semiárida con la provincia Subantártica que la limita al W. Se ubican donde las precipitaciones son superiores a los 250 mm anuales y son reemplazados por el Bosque Caducifolio de *Nothofagus* donde éstas alcanzan los 500 mm. Este distrito es fisonómicamente muy homogéneo y está caracterizado por una estepa gramínea con alta cobertura. La especie dominante es *Festuca pallescens* (“coirón blanco”), aunque otras gramíneas dan especial valor forrajero a la comunidad : *Festuca ovina*, *F. pyrogea*, *Deschampsia elegantula*, *D. flexuosa*, *Phleum comutatum*, *Elymus patagonicus*, *Rhytidosperra pieta*.

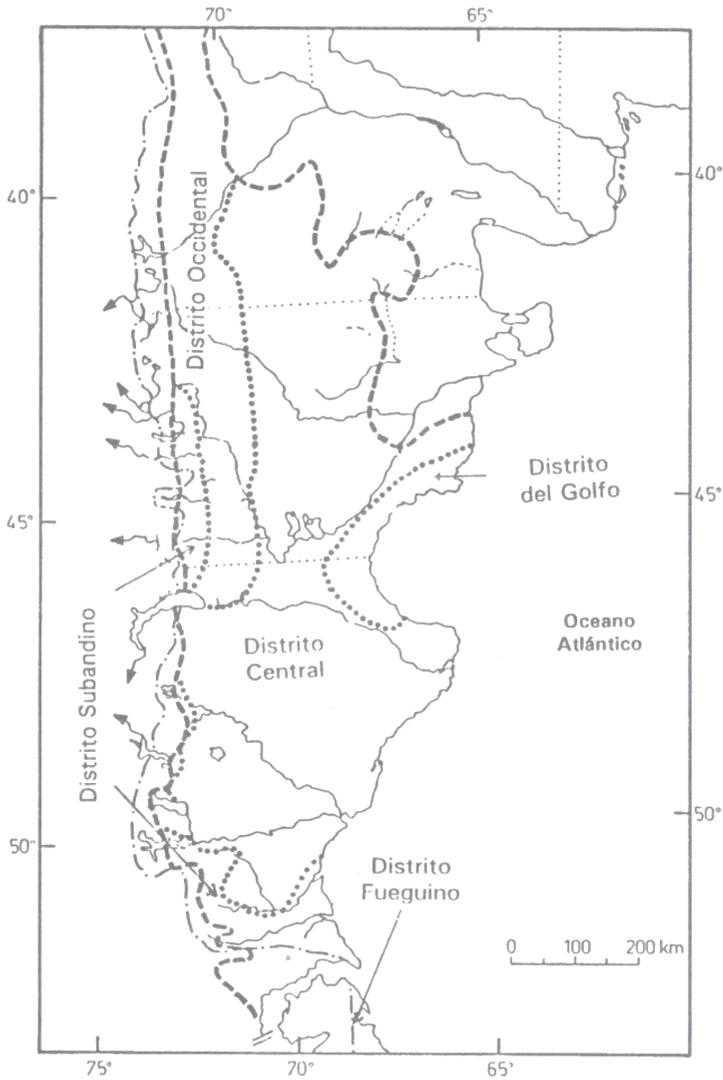
El *distrito Occidental* se ubica entre los distritos Subandino y Central. Las precipitaciones son menores a 250 mm. Se caracteriza por una estepa arbustiva generalmente muy abierta con alturas que oscilan entre los 60 cm a 180 cm y con una cobertura total aproximada de 50 %. En ella dominan *Stipa speciosa* (“coirón amargo”), *Stipa humilis* (“coirón amargo”), *Adestnia campestris* (“mamuel choique”), *Berberis heterophylla* (“calafate”), *Poa lanuginosa* (“coirón hilo”), *Senecio filaginoides* (“charcao”), *Mulinum spinosum* (“neneo”), *Ephedra frustillata*, *Lycium chilense*, *Schinus polygamus* (“molle”), *Bromus setifolius* (“cebadilla patagónica”), *Hordeum comosum* (“cebada patagónica”) y *Poa ligularis* (“coirón poa”).

El erial o estepa arbustiva achaparrada es la fisonomía típica del *Distrito Central*. Este distrito es el más extenso de la Patagonia y en él la precipitación media anual no supera los 150 mm. En los eriales son dominantes *Nassauvia glomerulosa* (“colapiche”) y *Nassauvia ulicina*, ambos arbustos bajos con hojas poco conspicuas. Las gramíneas son muy poco abundantes, una de las más constantes es *Stipa ibari*. En la porción sur de este extenso distrito es muy constante *Verbena tridens* (“mata negra”). *Lycium chilensis* y *Verbena ligustrina* son arbustos frecuentes en este distrito por los cuales las ovejas muestran una alta preferencia.

Los pastizales y matorrales que caracterizan el *distrito del Golfo de San Jorge* tienen una ubicación muy definida dentro del relieve. Los primeros se encuentran en las áreas planas o pampas ubicadas alrededor de los 700 msnm, mientras que las formaciones con dominancia de arbustos cubren las laderas que descienden hacia el Atlántico (Bertiller et al. 1981). La estepa gramínea tiene 25 a 40 cm de altura y una cobertura promedio de 80%. Esta dominada por las gramíneas cespitosas *Festuca pallescens* (“coirón blanco”) y *F. argentina* (“huecú”) y por los arbustos *Senecio filaginoides* (“charcao”), *Nardophyllum obtusifolium* (“mata torcida”), *Mulinum spinosum* (“neneo”) y *Adestnia campestris* (“mamuel choique”). Los matorrales más conspicuos tienen como dominantes en el estrato herbáceo a *Stipa humilis* y a *Stipa speciosa* (“coirones amargos”), y en el leñoso a *Colliguaya integerrima* (“coliguay” o “duraznillo”), euforbiácea siempreverde de hojas relativamente grandes - contrastantes con el tamaño foliar medio a pequeño dominante en las comunidades patagónicas- y a *Trevoa patagónica* (Bertiller et al. 1981), rhamnácea que permanece áfila la mayor parte del año y que establece asociaciones fijadoras de nitrógeno con actinomicetes (Medán y Tortosa 1981).

El *Distrito Fueguino* ocupa la porción norte de Tierra del Fuego y la costa norte del estrecho de Magallanes, en donde las precipitaciones son mayores que en el resto de Patagonia y la demanda atmosférica menor. Esto determina un mejor balance hídrico en este área que en el resto de la región.

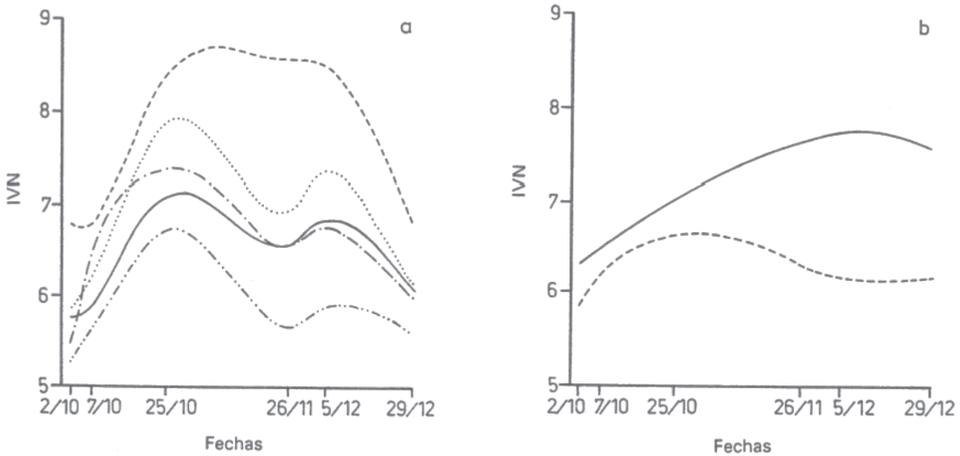
Se caracteriza por estepas gramíneas dominadas por *Festuca gracillima*, en ocasiones acompañada



**Figura 1.** Mapa fitogeográfico de la Provincia Patagónica al sur del paralelo 42° (de Paruelo et al. 1991).

por arbustos bajos: *Chilliostrichum diffusum* (“mata negra”) o *Empetrum rubrum* (“murtilla”).

II) Estudios más recientes describieron la heterogeneidad de la vegetación de la porción central de la región usando imágenes satelitarias provistas por los satélites meteorológicos de la serie NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Agency - USA) (Aguiar et al. 1988, Paruelo et al. 1991). Los satélites NOAA permiten obtener datos espectrales diarios (bandas roja, infrarroja y térmica) con una resolución espacial de 1 km. Los datos obtenidos corresponden a los valores de reflectancia de la superficie terrestre para cada “pixel” de 1 km<sup>2</sup>. La vegetación presenta, a diferencia de otras superficies, una respuesta diferencial en cada una de esas bandas: absorbe mucho en la banda del rojo y refleja mucho en la banda del infrarrojo, comportamiento asociado a la fotosíntesis.



**Figura 2.** Marcha promedio del IVN y errores estandar para 6 fechas de la estación de crecimiento. Letras distintas indican diferencias significativas en las medias (entre fechas dentro de cada unidad de vegetación).

A --- Distrito Subandino; ... Ecotono Occidental-Subandino; —. — Distrito Occidental; — Distrito Central (W); Distrito Central (NE). B Distrito del Golfo: — Matorral de *Colliguaya* y *Trevoa*; --- Estepa de *Festuca* y *Poa* (de Aguiar et al., 1988).

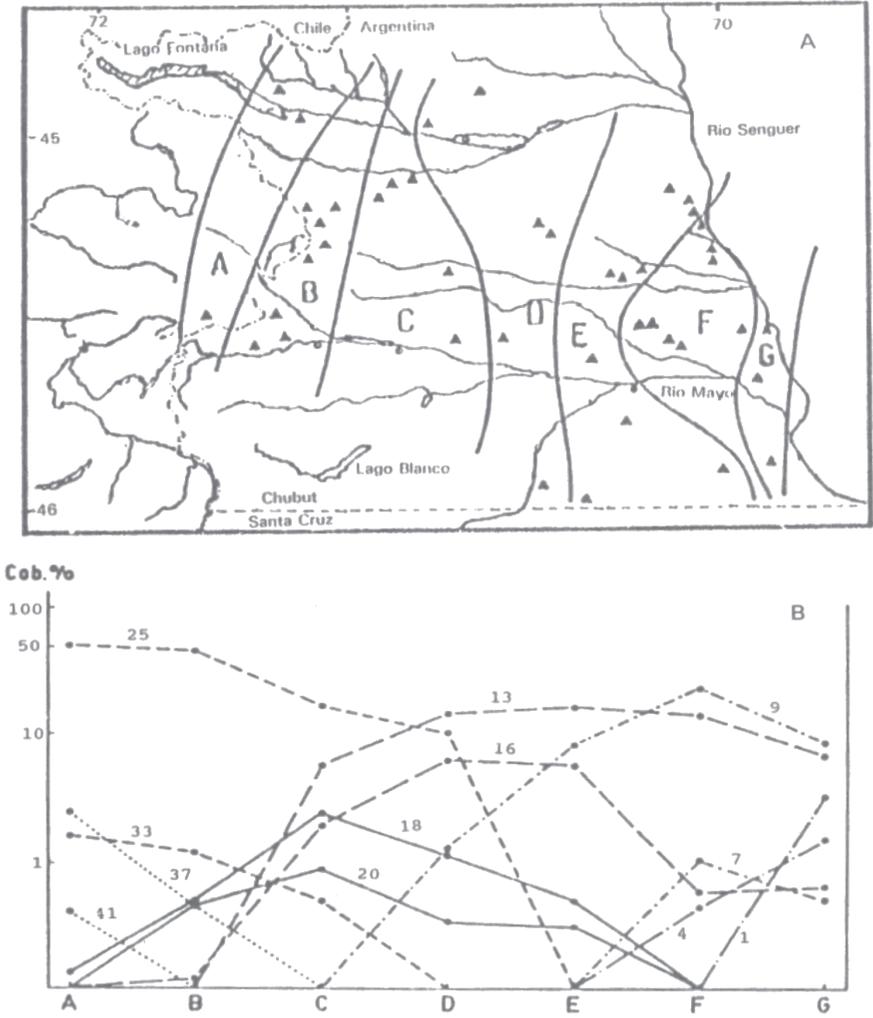
Este particular comportamiento espectral de la vegetación permite el uso de los valores de reflectancia en distintas bandas para detectar su presencia. Así, un área cubierta con vegetación presentará bajos valores de reflectancia en el rojo y altos en el infrarrojo. Este comportamiento permite calcular un índice relacionado directamente con la biomasa verde presente y la Productividad Primaria Aérea: El Índice Verde Normalizado (IVN):  $IVN = (C2 - C1) / (C1 + C2)$ , en donde C1 es el canal del sensor del satélite que registra la reflectancia en la banda del rojo y C2 el canal que hace lo propio en la del infrarrojo cercano.

En los trabajos mencionados, los autores obtuvieron valores de IVN para una grilla de puntos de muestreo regularmente distribuidos en la parte central de Patagonia en 6 fechas correspondientes a la estación de crecimiento. De tal manera para cada punto se obtuvo una descripción de la marcha estacional del IVN asociable, en principio, con la marcha estacional de la biomasa verde.

El análisis multivariado de los valores IVN permitió corroborar los límites trazados por Soriano en 1956 sobre la base de datos fito-sonó-mico-florísticos. Los puntos pertenecientes a cada distrito tuvieron similares coordenadas en los distintos sistemas de ejes generados con técnicas de análisis multivariado (Aguiar et al. 1988, Batista 1988, Paruelo et al. 1991).

Para cada distrito florístico es posible analizar la variación del IVN en el tiempo (Figura 2). Las curvas promedio de dinámica del IVN de las unidades fitogeográficas definidas (Figura 2) difieren entre sí en dos aspectos básicos: su altura y su forma. Las diferencias de altura son un índice de las diferencias en la cantidad total de biomasa presente, las curvas correspondientes a las estepas gramíneas del distrito Subandino tienen una cantidad total de biomasa mayor que el resto de las estepas arbustivas. Las diferencias en la forma reflejan diferencias en estacionalidad; así las unidades más continentales presentan una estacionalidad más marcada que las ubicadas cerca del Atlántico (distrito del Golfo) (Figura 2). Estas diferencias funcionales entre unidades de vegetación permiten inferir una serie de aspectos ecológicos importantes a la hora de planificar el uso de los recursos



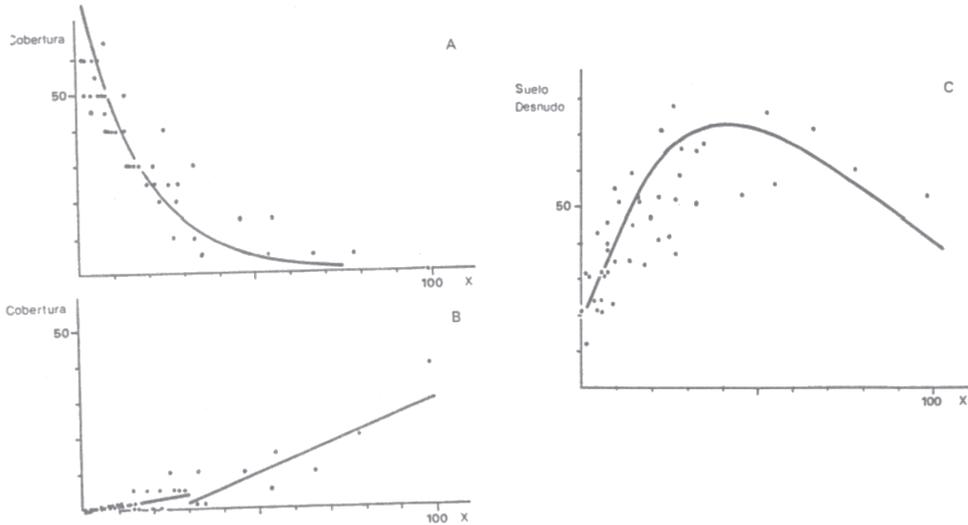


**Figura 4.** A. Segmentos que componen la coenoclina. Las siglas corresponden a las siguientes localidades: ARS: Alto Río Senguerr. ARM: Alto Río Mayo. RR: Ricardo Rojas. PRM: Paso Río Mayo. C: Coihaique. (de León y Facelli, 1981).  
 B. Distribución de valores de importancia de especies características de los distintos grupos ecológicos a lo largo de los segmentos que conforman el gradiente. 1. *Nassauvia glomerulosa*, 4. *Stipa ibari*, 7. *Verbena ligustrina*, 9. *Stipa humilis*, 13. *Stipa speciosa*, 16. *Senecio filaginoides*, 18. *Festuca argentina*, 20. *Perezia recurvata*, 25. *Festuca pallescens*, 33. *Lathyrus magellanicus*, 37. *Achaena pinnatifida* y 41. *Rumex acetosella* (de León y Facelli, 1981).

**Escala de comunidad**

Para una parte del área estudiada a escala regional se realizó la descripción de la heterogeneidad de la vegetación y la identificación de los factores responsables de su variación a partir de otros atributos y usando otras variables: composición florística y abundancia-cobertura de las distintas especies para describir la heterogeneidad de la vegetación y las isohietas de precipitación como principal factor de control de la vegetación.

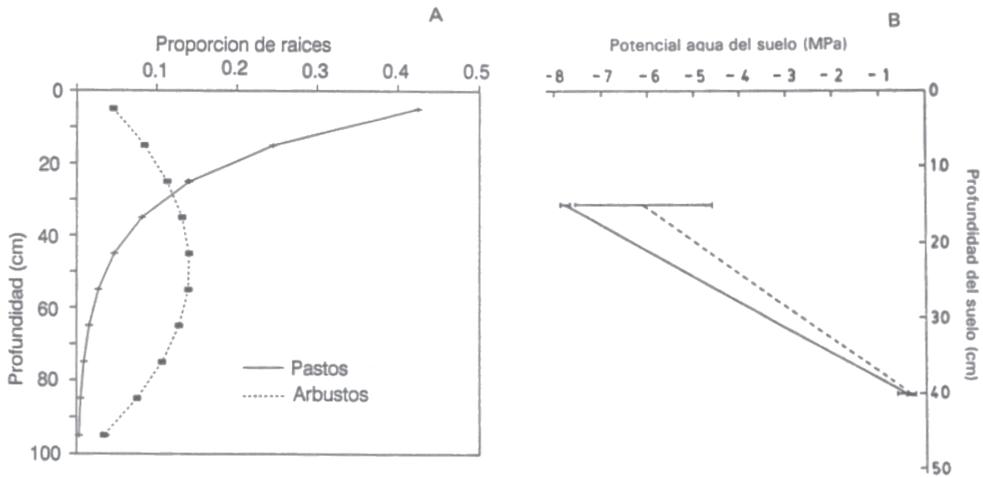
Sobre la base de censos realizados en ambientes que no presentaban disturbios visibles por



**Figura 5.** Valores de cobertura de *Festuca pallescens* (A), *Mulinum spinosum* (B) y Suelo desnudo (C), a lo largo de la posición en el eje del ordenamiento relacionado con deterioro creciente por uso pasturil. (de León y Aguiar, 1985). sobrepastoreo, se realizó un análisis directo de gradiente. El resultado fue la caracterización de una coenoclina (gradiente de comunidades) integrada por una serie de segmentos (A-G) orientados en el sentido del gradiente pluviométrico (Figura 4a) (León y Facelli 1981). La coenoclina está descrita por el reemplazó gradual de varios grupos florísticos de oriente a occidente (figura 4h).

La homogeneidad interna de algunos de los segmentos definidos permitió postular que el factor hídrico dentro de cada uno de ellos tiene un efecto mínimo como responsable de la heterogeneidad de la vegetación. Esto permitió clasificar la vegetación de tres de los segmentos utilizando el método fitosociológico. Así se definieron tres comunidades (1, 11 y 111) que correspondían a los segmentos A-B, E y G (Golluscio et al. 1982). Los segmentos C y D corresponden al ecotono entre las comunidades 1 y 11.

La comunidad 1 es un estepa gramínea con 64% de cobertura total. La mayor parte de la cobertura corresponde al estrato herbáceo (93%). En esta estepa domina *Festuea pallescens*, el “coirón blanco” (44% de cobertura). La acompañan, con una alta constancia, *Rhytidosperra pida* y *Lathyrus magellanicus*. La comunidad 11 es una estepa arbustivo-gramínea con menor cobertura que la 1, 47 %. El estrato herbáceo sigue siendo importante: 68 % del total de la cobertura corresponde a gramíneas y hierbas. *Stipa speciosa*, *Stipa humilis* (“coirones amargos”) y *Pon ligularis* son la., gramíneas más importantes, mientras que *Mulinum spinosum* (“neneo”), *Adesmia campestris* (“manuel choique”), *Berberis heterophylla* (“calafate”) y *Senecio filaginoides* (“charcao”) son los arbustos inás frecuentes. La comunidad 111 es una estepa arbustiva baja ó erial, con muy escasa cobertura total 17%. Los arbustos en cojín, laxos o compactos, son la forma de vida más importante (76% de la cobertura total) y esta representada por especies tales como: *Nassauvia glomerulosa* (“colapiche”). *Chuquiraga aurea*, *Ch. kingii*, *Brachyclados caespitosus* y *Azorella monantha* (“leña de piedra”).



**Figura 6.** A. Distribución en profundidad de raíces de pastos y arbustos. B. Potencial agua del suelo a distintas profundidades para dos momentos del mes de enero (línea llena y punteada). (de Soriano y Sala, 1983).

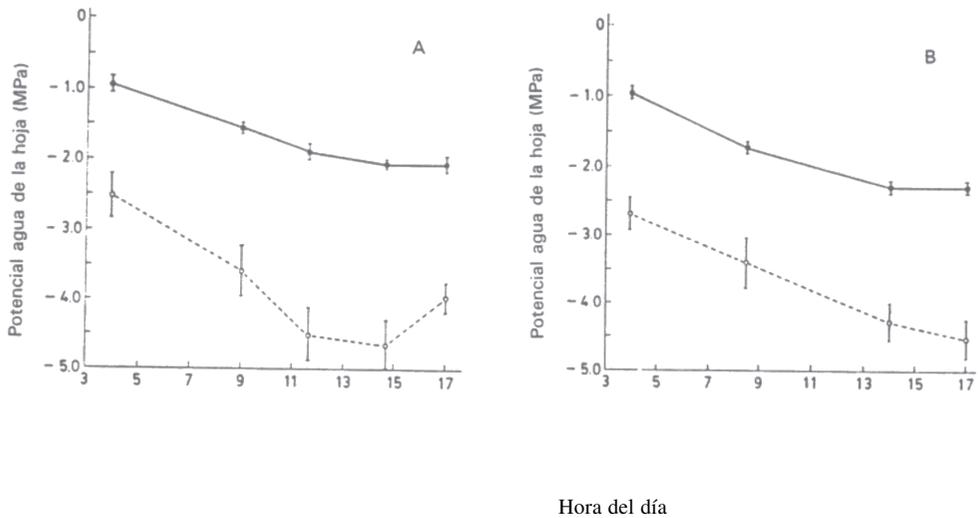
### Escala de stand

Tanto la descripción de la coenoclina como la definición posterior de comunidades, consideró solo las diferencias atribuibles a factores del ambiente físico; la impronta del pastoreo ovino fue deliberadamente obviada. Para aquellos segmentos de la coenoclina en los que la vegetación resultó relativamente homogénea, las diferencias intrasegmentos pueden ser atribuidas a diferencias de uso pasturil entre los stands que los integran. Resulta interesante 1) encontrar características de la vegetación que puedan ser utilizadas como indicadores del deterioro por uso y 11) entender los procesos mediante los cuales el pastoreo provoca el deterioro de la vegetación.

1) La comunidad de *Festuca pallescens*, *Rhizosperma pitta* y *Lathyrus magellanicus* (comunidad 1) es muy apropiada para detectar indicadores de deterioro ya que es la comunidad zonal más productiva de la región. Se ubica en los relieves de origen fluvio-glacial del oriente andino, entre los bosques caducifolios y las estepas semiáridas con precipitaciones menores a 300 mm anuales.

En los segmentos A-B de la coenoclina, se ubicaron, con ayuda de fotografías aéreas, situaciones con distinto grado de uso. En ellas se realizaron censos, en los cuales se consignó la composición florística y se estimó la cobertura específica. Se realizó un análisis de gradiente indirecto de los censos, utilizando una técnica de Ordenamiento Polar (Bray & Curtis 1956). Esto permitió definir un gradiente de deterioro o retrogresión de la comunidad debido al uso pasturil al cual estuvo sometido (León y Aguiar 1985). A lo largo del gradiente se observa una disminución de la cobertura de *Festuca pallescens* y un aumento de la cobertura de *Mulinum spinosum* (Figura 5). Estos dos caracteres pueden, entonces, ser considerados indicadores del estado de la estepa.

Las descripciones de la heterogeneidad de la vegetación brindadas por los estudios reseñados, permiten interpretar las diferencias en la vegetación en términos de los factores ambientales (naturales o antrópicos) que la modulan. La heterogeneidad florística y estructural descripta lleva a presuponer



**Figura 7.** Patrón de variación diaria del potencial agua de la hoja para *Adesmia campestris* (—) y *Stipa speciosa* (---) (A) y *Mulinum spinosum* (—) y *Poa ligularis* (---) (B). (de Soriano y Sala, 1983).

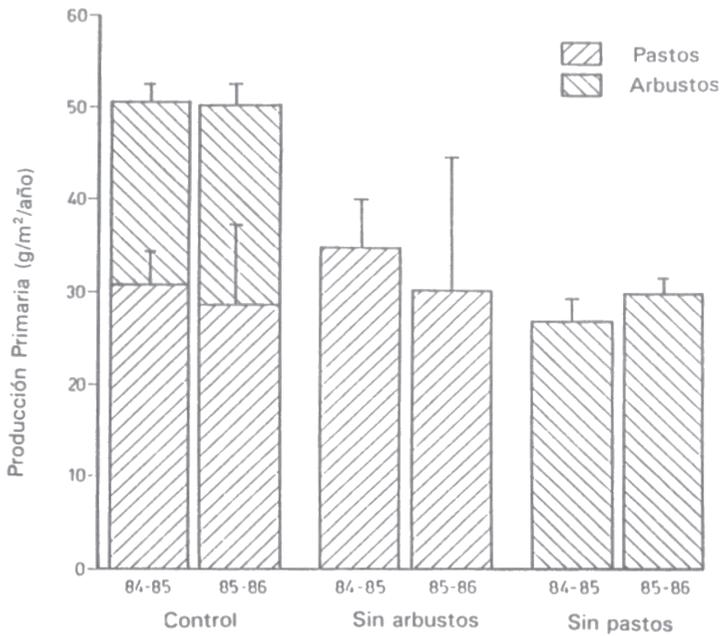
diferencias en el funcionamiento y, consecuentemente, en la capacidad de uso, fragilidad y alternativas de manejo de las comunidades.

II) Para comprender los procesos de deterioro por uso pasturil es menester entender la estructura y explicar el funcionamiento de una de las comunidades. Conocer el funcionamiento de una comunidad implica entender los procesos físicos y biológicos que tienen lugar en ella: la dinámica del agua, la productividad primaria neta, la competencia entre gremios, los procesos de instalación de nuevos individuos, etc..

En la comunidad II, definida por Golluscio et al. (1982), los principales gremios son los pastos perennes y los arbustos (32 y 15% de la cobertura respectivamente) (Golluscio et al., 1982). Ambos gremios difieren marcadamente en su fenología (Soriano and Sala 1983). Los pastos mantiene al menos una hoja no totalmente expandida por macollo durante todo el año, inician su ciclo reproductivo en octubre y lo finalizan rápidamente en el verano. Los arbustos, en cambio, presentan una fenología claramente periódica, con una fase de crecimiento durante primavera y verano y otro de dormición en otoño-invierno. La productividad primaria neta aérea anual varió entre 22 y 78 g/m<sup>2</sup>, en un estudio llevado a cabo durante 5 años (Fernández et al. 1991). Del total de lo producido, entre el 50 y el 66 % correspondió a los pastos.

Otra diferencia entre los gremios mencionados es que los pastos concentran sus raíces en los primeros 30 cm del perfil del suelo, en tanto que los arbustos lo hacen por debajo de esa profundidad (Soriano et al. 1987, Fernández A. y Paruelo 1988) (Figura 6a.). Esta distribución vertical de las raíces de cada uno de estos gremios constituye una evidencia estructural de que los pastos utilizarían agua de los primeros cm del perfil mientras que los arbustos harían uso del agua profunda. Hay evidencias funcionales que apoyan esa hipótesis. Durante el verano el potencial agua del suelo es mucho menor a 10 cm de profundidad que a 40 cm (Figura 8b.).

Coincidentemente con esta observación, el potencial agua de las hojas a lo largo del día fue mucho menor en los pastos que en los arbustos (Figura 7) (Soriano and Sala 1983). No se observaron,

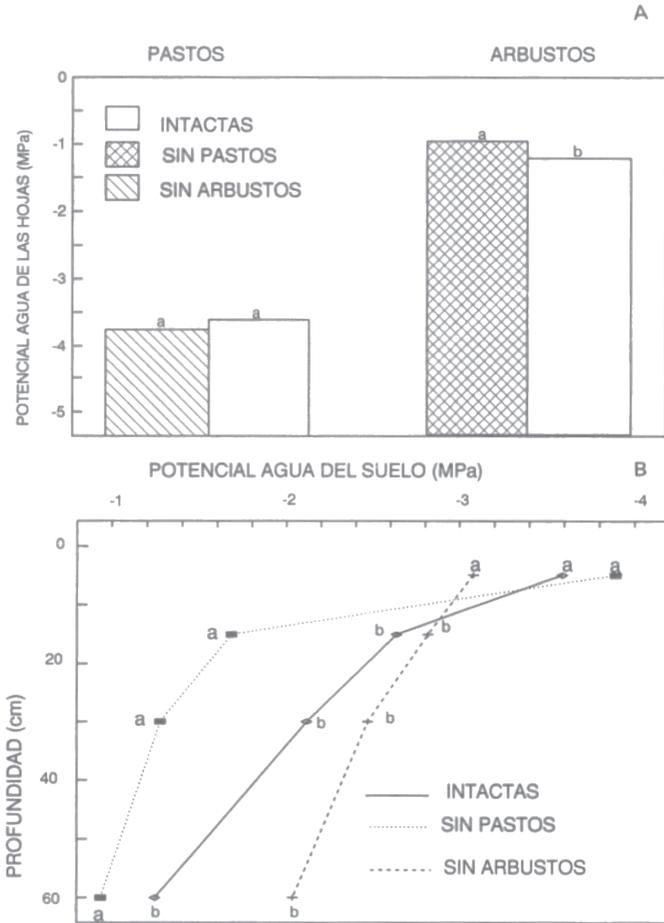


**Figura 8.** Productividad primaria de pastos y arbustos en distintos tratamientos de modificación de la estructura. (de Sala et al. 1989).

en cambio, diferencias significativas en el potencial agua de las hojas ni entre las diferentes especies de pastos o arbustos. Esto concuerda con la idea de que pastos y arbustos constituyen gremios distintos y justifica el uso de una sola especie de pastos (*Poa ligularis*) y de arbustos (*Mulinum spinosum*) para caracterizar cada gremio, y de esa manera avanzar en el conocimiento del sistema con mayor economía de esfuerzo.

Las anteriores evidencias estructurales y funcionales permiten postular la hipótesis de que entre pastos y arbustos no existe competencia por el agua, debido a que la absorben de distintos estratos del suelo (Sala et al. 1989). De dicha hipótesis se deduce que el comportamiento de los pastos y de los arbustos debería ser el mismo en presencia o ausencia del otro gremio. Para poner a prueba esta hipótesis se realizaron experimentos en los que se eliminaron los pastos en algunas parcelas, en otras se eliminaron los arbustos y otras se mantuvieron intactas.

Tal como se esperaba, los pastos produjeron lo mismo en presencia o en ausencia de arbustos (Figura 8). En cambio los arbustos se vieron levemente favorecidos por la ausencia de pastos. Tales resultados encontrarían explicación en el mayor potencial agua del suelo en los estratos profundos medido en las parcelas desprovistas de pastos y en el consecuente aumento del potencial agua de las hojas de los arbustos en dichas parcelas (Figura 9) (Sala et al. 1989). Los resultados obtenidos contradicen parcialmente la hipótesis propuesta y sugieren que los arbustos no compiten con los pastos, pero que estos últimos interfieren la llegada de agua a los estratos del suelo de los cuales los arbustos absorben agua. Esto permitiría entender el proceso de arbustización que se verifica en los stands de esta comunidad sometidos a pastoreo continuo con altas cargas.

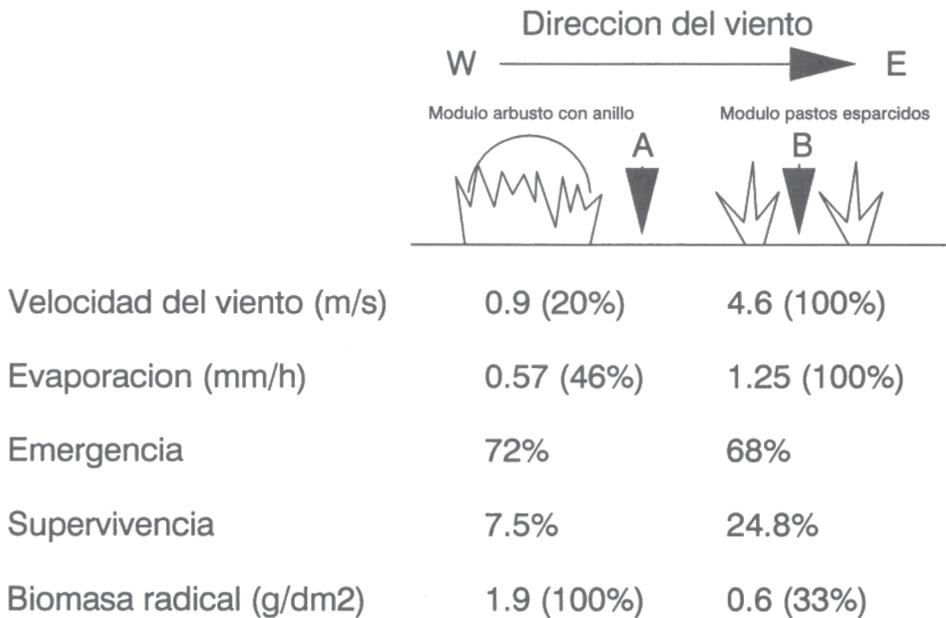


**Figura 9.** A. Potencial agua de pastos y arbustos en presencia o ausencia del otro gremio. B. Potencial agua del suelo a distintas profundidades para distintos tratamientos de modificación de la estructura. Letras distintas indican diferencias significativas al 1 %.

### Escala de parche

Si bien los arbustos no interfieren la absorción de agua de los pastos, existe entre ambos gremios algún tipo de interacción. Se observa con frecuencia que los arbustos se hallan rodeados por un anillo de pastos. También se encuentran pastos dispersos no asociados a arbustos y espacios de suelo descubierto de contornos irregulares y de hasta 1 m de diámetro. ¿Cómo explicar esta distribución de los pastos alrededor de los arbustos?. Para estudiar esta estructura se debe utilizar una escala de observación más detallada de manera de poder comprender qué factores controlan el establecimiento de pastos. Como los pastos de esta comunidad carecen de mecanismos de multiplicación agámica, es lógico estudiar el proceso de establecimiento de nuevos individuos provenientes de sencillas. Para ello es necesario estudiar el microambiente que rodea a una plántula, el cual equivale a una esfera de 15 cm de radio.

Así una hipótesis explicativa propone que los arbustos generan a su alrededor micrositi



**Figura 10.** Variación en las condiciones microambientales, en la emergencia y supervivencia de *Bromus pictus* y en la biomasa radical en distintos módulos de la estepa.

protegidos del viento con características ambientales que favorecen el establecimiento de plántulas de pastos. En los espacios de suelo desnudo, en el módulo estructural en donde los pastos aparecen esparcidos el viento determinaría condiciones hídricas desfavorables para el establecimiento de nuevos individuos. Se puso a prueba esta hipótesis con un ensayo de siembras en ambos micrositios, al mismo tiempo que se medían en ellos variables microambientales (Soriano y Sala 1986) (Figura 10).

En los micrositios protegidos (A) tanto la velocidad del viento como la evaporación son menores que en los micrositios expuestos (B). En cuanto a la emergencia de individuos a partir de las semillas sembradas, los micrositios A y B no presentaron diferencias, sin embargo, la supervivencia de plántulas luego de un año fue 3 veces superior en los micrositios expuestos B. Los autores debieron rechazar su hipótesis original y formularon una nueva hipótesis. En ella si bien se reconoce que los 2 micrositios difieren en la exposición, se propone que también difieren en la magnitud de la competencia radical. Los micrositios protegidos A, por encontrarse en las cercanías del anillo presentarían gran densidad de raíces de pastos mientras que en los expuestos la densidad de raíces sería menor y por lo tanto también sería menor la competencia. El muestreo de la densidad de raíces en ambos micrositios apoya esta idea. Para probar esta nueva hipótesis Aguiar et al. (1992) realizaron experimentos cuyo diseño incluía enterrar, en los mismos tipos de micrositios, tubos de tela muy fina para reducir la competencia radical de los pastos establecidos sobre las plántulas. En estas condiciones las plántulas de los micrositios protegidos por los arbustos tuvieron mayor supervivencia que en el resto de las situaciones. De esta manera quedaba probado no sólo el efecto negativo de la competencia de los pastos, sino también el efecto positivo de la protección ejercida por el arbusto. Estos resultados unidos a la presencia del anillo de pastos, conducirían a pensar que el arbusto favorecería el establecimiento de pastos a su alrededor hasta el momento en que el anillo alcanza una alta densidad y la competencia de los pastos adultos interrumpe aquel proceso.

## Conclusiones

Se han reseñado algunos avances en el conocimiento de la estructura y el funcionamiento de la vegetación de la Patagonia, y parece necesario inscribirlos en un marco más general, el de los conocimientos ecológicos. En este sentido parece evidente que en la medida en que cambiamos de escala de percepción cambia tanto la heterogeneidad percibida como sus determinantes. Los datos sugieren también que la importancia de los factores del ambiente biótico como determinantes del funcionamiento del sistema aumentan con el detalle de la escala de observación. Correlativamente, ciertos factores físicos tienden a permanecer constantes y por lo tanto dejan de ser relevantes para explicar la heterogeneidad.

La comprensión del ajuste del funcionamiento de la vegetación a las características generales del clima de la región tiene importancia en el momento de generar pautas de manejo de la vegetación como recurso forrajero. Supongamos un dado objetivo de manejo, por ejemplo favorecer la recomposición de área foliar, las reservas y el vigor de matas de gramíneas valiosas desde el punto de vista forrajero. Pensemos ahora en una herramienta de manejo potencialmente capaz de satisfacerlo: descansos en momentos de activo crecimiento. La probabilidad de éxito al aplicar esta práctica está ligada a su correcta ubicación en el tiempo. En este caso la marcha del índice verde (Figura 2) nos indica que este período debe estar ubicado durante el período octubre-diciembre. Pero además, este descanso es de más difícil ubicación dentro del año a medida que las precipitaciones son menores, pues el período de crecimiento es más corto. En este caso quizás los descansos deberían incluir un año completo, mientras que en campos ubicados en el oeste o en las cercanías de la costa en la zona de Comodoro Rivadavia, no sería necesario cerrar un potrero al pastoreo durante un lapso tan prolongado. Conocer los cambios en la productividad primaria neta a lo largo del año (a escala de paisajes o de comunidad) ayudaría a definir tentativamente la duración de dichos descansos.

Algunos conceptos, como el de gremio, unidos a un marco teórico general, como el de la competencia y la sucesión ecológica, permiten explicar fenómenos de naturaleza compleja tales como el aumento observado en la cobertura de arbustos asociado al deterioro por herbivoría, la instalación de nuevos individuos de las gramíneas forrajeras o el fracaso de las técnicas de desarbustado mecánico como forma de aumentar la producción de los pastos. En este último caso las evidencias experimentales muestran que la eliminación de arbustos no sólo no aumenta la producción de pastos, sino que también interferiría en el proceso de instalación de nuevos individuos del gremio pastos. La observación (con la ayuda de un marco teórico de referencia), la generación de hipótesis, el diseño de experimentos para someterlas a prueba y la reformulación de nuevas hipótesis; constituyen un camino mucho más fructífero para la comprensión del sistema y la derivación de pautas de manejo, que la vía, en apariencia más sencilla, de descartar soluciones por prueba y error.

**Agradecimientos.** Agradecemos a los docentes y alumnos del curso de Ecología de la Facultad de Agronomía de la UBA correspondientes a los años 1989, 1990 y 1991 por sus valiosas sugerencias sobre las primeras versiones de este manuscrito.

## Bibliografía

- Aguiar, M. R., J. M. Paruelo, R. A. Golluscio, R.J.C. León, S. E. Bukart y G. Pujol. 1988. The heterogeneity of the vegetation in arid and semiarid Patagonia: An analysis using AVHRR/NOAA satellite imagery. *Annali di Botánica* 4h: 103-114.
- Aguiar, M.R., A. Soriano y O.E. Sala. 1992. Competition and facilitation in the recruitment of grass seedlings in Patagonia. *Functional Ecology* 6:66-70.
- Batista, W.B. 1988. Relating new information to a previous vegetation classification: a case of discriminant coordinates analysis. *Vegetatio* 75:153-158.
- Bertiller, M.B., A.M. Beeskow y M.P. Irisarri. 1981. Caracteres fisonómicos y florísticos de la vegetación del Chuhut I. Sierra San Bernardo. Contribución N 40. CONICET. Centro Nacional Patagónico.
- Bray, J.R. y J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:32-5-349.
- Fernández A., R.J. y J.M. Paruelo. 1988. Root systems of two Patagonian shrubs: A quantitative description using a geometrical method. *Journal of Range Management* 41:220-223.
- Fernández A., R.I., O.E. Sala y R.A. Golluscio. 1991. Woody and herbaceous aboveground production of a Patagonian

- steppe. *Journal of Range Management* 44:434-437.
- Golluscio, R.A., R.J.C. León y S.B. Perelman. 1982. Caracterización fitosociológica de la estepa del oeste de Chubut: su relación con el gradiente ambiental. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 21: 299-324.
- León, R.I.C. y J.M. Facelh. 1981. Descripción de una coenoclina en el SW del Chubut. *Revista de la Facultad de Agronomía (UBA)* 2:163-171.
- León, R.J.C. y M.R. Aguiar. 1985. El deterioro por uso pasturil en estepas herbáceas patagónicas. *Phytocoenologia*. 13:181-196.
- Medán, D. y R.D. Tortosa. 1981. Nódulos actinomicorrizicos en especies argentinas de los géneros *Kentrothammus*, *Trevoa* (Rhamnaceae) y *Coriaria* (Coriariaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 20 (1-2):71-81.
- Paruelo, J.M. 1991. Principales controles de las pérdidas de agua en la estepa patagónica. Tesis Magister Scientiae. Escuela para Graduados. Facultad de Agronomía. UBA. 130 pp.
- Paruelo, J.M., M.R. Aguiar, R.J.C. León, R.A. Golluscio y W.B. Batista. 1991. The use of satellite imagery in Quantitative Phytogeography: A case study of Patagonia (Argentina). in P.L. Nimis and T.J. Crovello (ed). *Quantitative., Approaches to Phytogeography. Task in Vegetation Science* 24. Kluwer Academic Publishers, pp 183-204.
- Sala, O.E., R.A. Golluscio, W.K. Lauenroth y A. Soriano. 1989. Resource partitioning between shrubs and grasses in the Patagonian steppe. *Oecologia* 81:501-505.
- Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (INTA)* 10:323-347.
- Soriano, A. y O.E. Sala. 1983. Ecological strategies in a Patagonian arid steppe. *Vegetatio* 56:9-15.
- Soriano, A. y O.E. Sala. 1986. Emergence and survival of *Bromus setifolius* seedlings in different microsities of a Patagonian arid steppe. *Israel Journal of Botany* 35:91-100.
- Soriano, A., R.A. Golluscio y E.H. Satorre. 1987. Spatial heterogeneity of the root systems of grasses in the patagonian grid steppe. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 114:103-108.
- Soriano, A. y J.M. Paruelo. 1992. Biozones: vegetation units defined by functional characters identifiable with the aid of satellite sensor images. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 2:.

*Recibido:* 28/7/92

*Aceptado:* 8/10/92