

VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE PARCHES, CORREDORES Y MATRIZ EN UN HUMEDAL ("MALLÍN") DEL CENTRO- OESTE DE LA PROVINCIA DE NEUQUÉN¹

Ricardo Gandullo*

Oscar Peña**

Alicia M. Campo***

Resumen

Los procesos naturales, como las actividades humanas, cambian los paisajes. Esta realidad no es ajena a los humedales (mallines) en Patagonia. Los mallines son importantes ecosistemas naturales que sirven como recurso forrajero para la ganadería extensiva. Los mismos representan el 4% de la superficie patagónica. Los períodos húmedos y secos modifican la dinámica hidrológica del mallín. Esto repercute en la evolución de los parches, corredores y matriz, que se agrava con la actividad antrópica. En una secuencia temporal se puede apreciar la fragmentación del hábitat: en la variación y tamaño del número de parches, su forma, conectividad y aislamiento, que entre otros factores inciden sobre numerosos procesos ecológicos. El conocimiento de la dinámica temporal y espacial de los parches, corredores y matriz entre un período húmedo y uno seco en un humedal permite la planificación del uso

Recepción: 6 de abril de 2006. Aceptación: 9 de agosto de 2006.

* Docente Investigador Depto. Biología Aplicada. Facultad de Cs. Agrarias. Universidad Nacional del Comahue.

** Docente Investigador. Depto. Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Comahue.

*** Docente Investigador. Depto. de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. CONICET.

del recurso vegetación, ya que los patrones espaciales controlan fuertemente sus movimientos, flujos y cambios.

Palabras clave: Fragmentación, Imágenes, Cambio, Firma espectral, Agua, Vegetación.

TEMPORAL AND SPATIAL VARIATIONS OF PATCHES, CORRIDORS AND MATRIX IN HUMID SOIL (MALLÍN) IN THE MID-WEST OF THE PROVINCE OF NEUQUÉN

Abstract

Natural processes, like human activities, change the landscape. This reality is somehow related to humid soils (*mallines*) in Patagonia. The *mallines* are important natural ecosystems that provide forage to extensive animal husbandry. They represent 4% of the Patagonic surface. The wet and dry periods modify the hydrologic dynamics of the *mallín*, producing an effect on the evolution of patches, corridors and matrix, which worsens with the anthropic activity. In a temporal sequence, the habitat fragmentation can be observed, i.e. in the variation and size of the number of patches, their shape, connectivity and isolation, which together with other factors affect the numerous ecological processes. Knowledge of the temporal and spatial dynamics of the patches, corridors and matrix between wet and dry periods in humid soils allows for the planning of the use of the vegetation resources, since the spatial standards strongly control their movements, flows and changes.

Key words: Fragmentation, Images, Change, Spectral Signature, Water, Vegetation

Introducción

Uno de los principales objetivos de la Ecología del Paisaje es el estudio de los efectos recíprocos entre el patrón espacial y los procesos ecológicos que se manifiestan a escala de paisaje (Forman; 1986). Los cambios en el paisaje pueden ser causados por procesos naturales o por la intervención

humana. Esto último puede ser o no planificado y la urbanización, la deforestación, el desarrollo de la agricultura, la desertificación y la reforestación son considerados como sus principales causas (Forman; 1995).

Esta realidad no es ajena a los humedales (mallines) en Patagonia. Los mallines son importantes ecosistemas naturales como recurso forrajero para la ganadería extensiva. Los mismos representan el 4% de la superficie patagónica (Horne *et al.*; 1999). Los períodos húmedos y secos modifican la dinámica hidrológica del mallín (Peña *et al.*; 2004). Esto repercute en la evolución de los parches, corredores y matriz, que se agrava con la actividad antrópica.

Forman (1995) destaca diversos procesos de transformación espacial, dentro de los cuales la fragmentación del hábitat es uno de los más importantes. Sus efectos espaciales, como la variación del tamaño y el número de parches, su forma y dimensión fractal, conectividad y aislamiento, etc., inciden sobre numerosos procesos ecológicos. A la fragmentación se le atribuyen, entre otros efectos, la pérdida de especies, efectos sobre el régimen hídrico, la vegetación y la fauna de vertebrados (Saunders *et al.*; 1993), distinguiéndose, además, diferentes tipos de arreglos espaciales según sea el patrón de fragmentación. La estructura, función y cambio son consideradas las tres principales propiedades del paisaje, y su identificación y medida dependen de la escala espacial de observación (Matteucci; 1998).

Con el objetivo de simplificar la interpretación de su estructura, se ha desarrollado el modelo de patrón espacial en mosaico que propone una representación del paisaje compuesta por tres elementos: parches, corredores y matriz (Forman y Godron; 1986). Según estos autores, la **matriz** es el elemento del paisaje que ocupa la mayor superficie y presenta una mayor conexión; juega un papel dominante en el funcionamiento del mismo. Los **parches** son aquellas superficies no lineales que se distinguen por su aspecto de lo que las rodea. Los **corredores** son superficies de terreno estrechas y alargadas, que se diferencian por su aspecto del entorno. En este contexto de la Ecología de Paisaje, la percepción remota se ha constituido en una herramienta importante para el análisis, pues facilita y amplía la representación, la interpretación y el análisis de los datos espaciales; tal es el caso de las imágenes proporcionadas por el satélite Landsat TM. Su uso, combinado con la tecnología SIG, ha permitido incrementar las posibilidades de tratar paisajes y regiones en forma integral, y ha aportado en estas investigaciones una mejor planificación y manejo en su diagnóstico y transformación (Chuvieco; 1996).

El comportamiento espectral de las distintas bandas del satélite Landsat TM proporciona importante información de la superficie terrestre. La banda 3, localizada en la porción visible del espectro electromagnético, sufre una gran

influencia por la absorción de los pigmentos de las hojas. Así, las unidades con vegetación verde vigorosa que cubren el suelo tienen una respuesta baja en esta banda. La banda 4, región del infrarrojo cercano, está influida por la estructura celular interna de la hoja, específicamente por la estructura del mesófilo y por la absorción de agua. Por esto, las áreas con gran cobertura vegetal tendrán una respuesta espectral mayor. La reflectividad de la banda 5 y 7, localizada en el infrarrojo medio depende del contenido de agua almacenada por los componentes de la vegetación y del suelo. Por ello, a mayor contenido de agua, menor es la respuesta espectral (Chuvieco; 1996).

La aplicación de los distintos módulos que presentan algunos Sistemas de Información Geográfica permite acceder a datos originales obtenidos mediante teledetección y convertirlos en mapas temáticos, de acuerdo con varios procedimientos de clasificación. Por otra parte permite interactuar con información temática elaborada en el SIG, como mapa de suelos, de vegetación, uso del suelo, etc. El empleo de algoritmos sobre las bandas de la imagen permite realizar comparaciones espaciales y temporales. Tenemos, entre otros, los índices verdes (NDVI), el algoritmo de Kauth Thomas, Análisis de Componentes Principales (PCA) o clasificaciones supervisadas y no supervisadas.

El objetivo del presente estudio es analizar el comportamiento dinámico temporal y espacial de los parches, corredores y matriz entre un período húmedo y uno seco en un humedal (mallín) del centro-oeste de la provincia de Neuquén.

Métodos y materiales

La secuencia metodológica adoptada para el presente estudio considera el tratamiento digital de las imágenes Landsat TM 5 Path 232 Row 087 nivel IV del 10 de febrero de 1999 y Landsat TM 7 Path 232 Row 087 nivel 4x del 13 de febrero del 2006, cedidas por la Comisión de Actividades Espaciales (CONAE), a las que previamente se les realizó la georeferenciación y corrección atmosférica. La imagen del 2006 (fecha de la salida al terreno) se utiliza para identificar la matriz, los parches y corredores del mallín a partir de una clasificación supervisada. Los resultados son corroborados con trabajo de campo a través de la correlación existente con la vegetación. Posteriormente, se procede al ajuste de clases, de acuerdo con la información del terreno, con la obtención de la imagen clasificada.

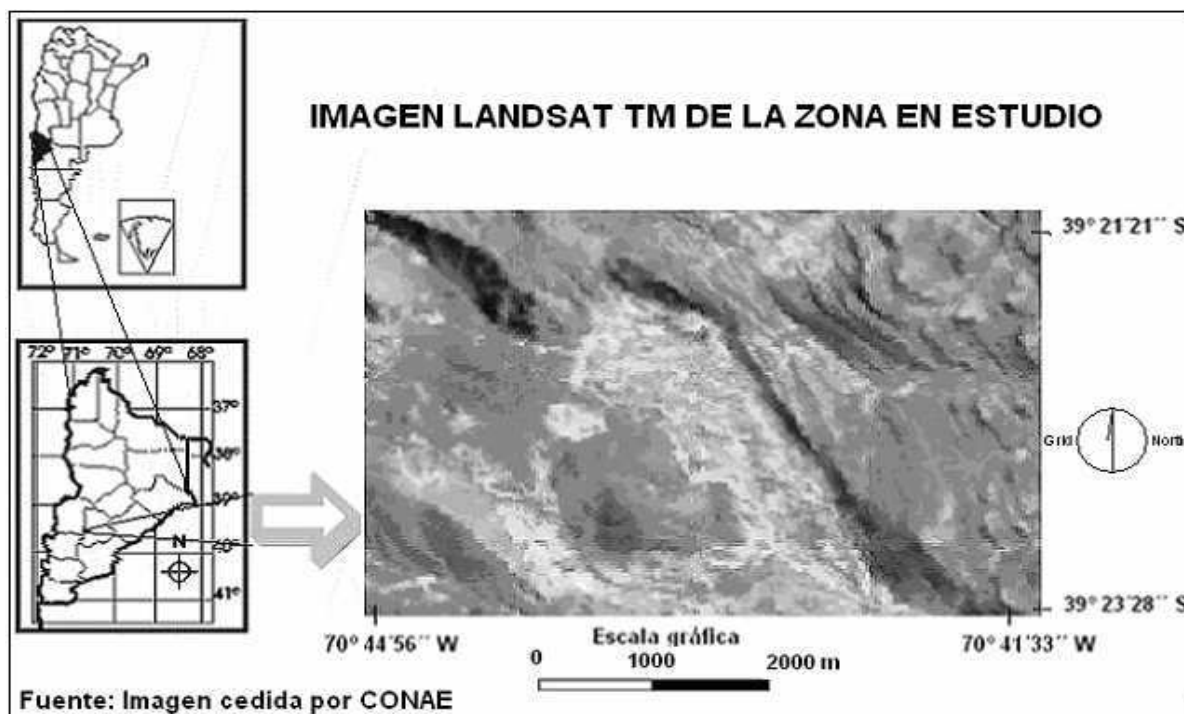
Los sectores de los parches con mayor cambio espectral entre el período húmedo y seco se determinan al comparar entre sí las imágenes de verdor

y humedad del algoritmo de Kauth Thomas y el comportamiento espectral medio de cada zona, obtenidos de las áreas de entrenamiento para los dos períodos estudiados.

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el Centro-Oeste de la provincia de Neuquén, en la denominada Sierra de Catan Lil, distante 50 km al este de la frontera con Chile (Fig. 1). Corresponde a un mallín con una superficie aproximada de 550 ha.

Figura 1: Localización del área de estudio. Imagen satelital Landsat TM banda 4. En el centro de la imagen se observa el mallín en estudio



Desde el punto de vista de la circulación atmosférica general, la zona está dentro del gran flujo de los vientos del Oeste, con influencia directa del Anticiclón del Pacífico Sur. El movimiento estacional de este centro de acción modifica la cantidad de masas de aire que ingresan a la zona, y también las

características hídricas de las mismas. En el período invernal, la alta presión del Pacífico se moviliza hacia bajas latitudes, lo que permite que perturbaciones ciclónicas puedan ingresar desde el Oeste y producir precipitaciones pluviales y níveas sobre la Cordillera Neuquina. En los meses estivales, el Anticiclón del Pacífico se encuentra a mayor latitud y bloquea el ingreso de aire húmedo a la región, lo que queda reflejado en la distribución anual de las precipitaciones. Existe una marcada acumulación de precipitaciones en el período de abril hasta octubre, meses en los que se concentra aproximadamente el 80% de las mismas. De esta manera, la cuenca del río Catan Lil, donde se localiza el mallín objeto de estudio, presenta un régimen hídrico nivo-pluvial, con dos crecidas anuales. La primera en invierno, por el efecto de las lluvias y la nieve; y la segunda en primavera, por la fusión de la nieve.

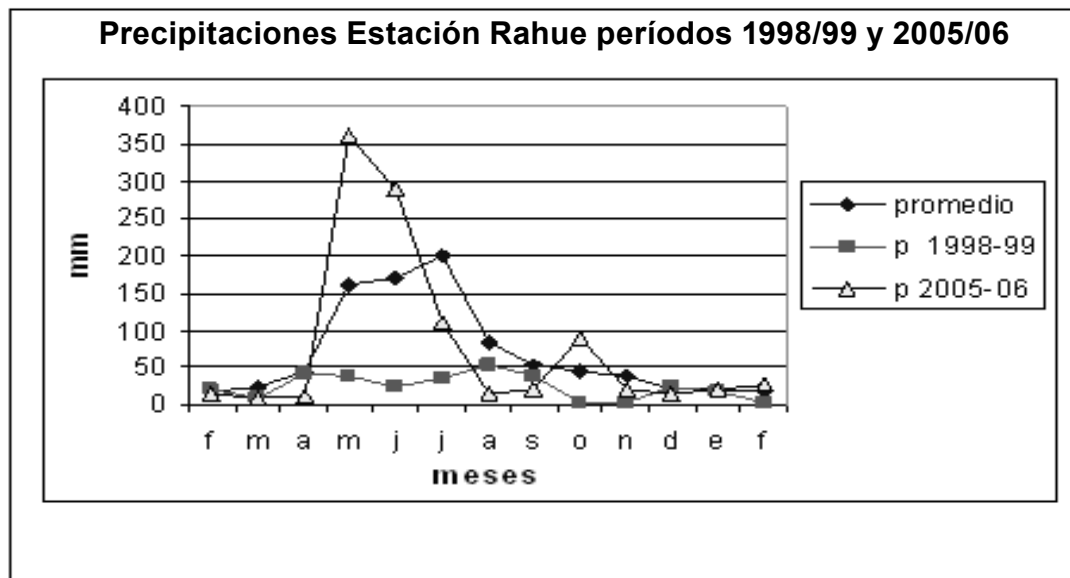
Los valores de precipitaciones medias mensuales obtenidos de la estación Rahue, a 5 km al Oeste de la zona de estudio, son en promedio de 896 mm, con un máximo en mayo, junio y julio (530 mm). La temperatura media anual es de 10° C, con un máximo en enero de 16° C y un mínimo de 3,6° C en junio (AIC, 2006).

Discusión y resultados

La figura 2 muestra la distribución mensual de las precipitaciones en los períodos 1998-99 y 2005-06 y el promedio histórico. El comportamiento del período que abarca desde febrero de 1998 a febrero de 1999 manifiesta una notable disminución en los valores de precipitaciones con respecto a un período medio histórico con un 65% menos de precipitación, lo que determina un año seco (AIC, 1998-99). Esta situación se agudiza en los meses invernales, mayo, junio y julio, al 81%. Las temperaturas medias mensuales se mantienen por encima de lo normal especialmente desde octubre de 1998 a febrero de 1999; esta última es la fecha de la toma de la imagen satelital.

El comportamiento del período de febrero de 2005 a febrero de 2006, dado el ingreso continuo de perturbaciones ciclónicas en los meses invernales y primaverales, se presenta como período húmedo (AIC, 2005-2006). En mayo los valores de precipitación están por encima de lo normal en un 125%; en junio, en un 70%; y en octubre, en un 100%. Las temperaturas se mantuvieron en los meses primaverales, época de fusión de la nieve, por debajo de la media histórica.

Figura 2: Distribución anual de las precipitaciones en la estación Rahue para los períodos 1998-99 y 2005-06



FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos de AIC

Las figuras 3 y 4 muestran las imágenes clasificadas con la zonificación del humedal para febrero de 2006 y febrero de 1999. La figura 5 presenta las superficies ocupadas por cada zona en ambos períodos, las cuales se interpretan de la siguiente manera:

- Zona 1: Matriz; comunidad mesofítica dominada por *Juncus lesueurii*
- Zona 2: Parche; comunidad hidrofítica dominada por *Eleocharis albibracteata*
- Zona 3: Parche; comunidad dominada por forrajeras anuales
- Zona 4: Parche; comunidad mesofítica dominada por *Festuca scabriuscula*
- Zona 5: Parche; comunidad xerofítica dominada por *Mulinum spinosum*
- Zona 6: Corredor; comunidad riparia con *Discaria trinervis* y *Salix fragilis*

Figura 3: Imagen supervisada del mallín, febrero de 2006. El sector central se eliminó por ser parte de la estepa

| Superficie ocupada por zonas (ha) | |
|-----------------------------------|---------|
| ZONAS | 2005-06 |
| 1 | 180 |
| 2 | 61 |
| 3 | 62 |
| 4 | 63 |
| 5 | 171 |
| 6 | 74 |

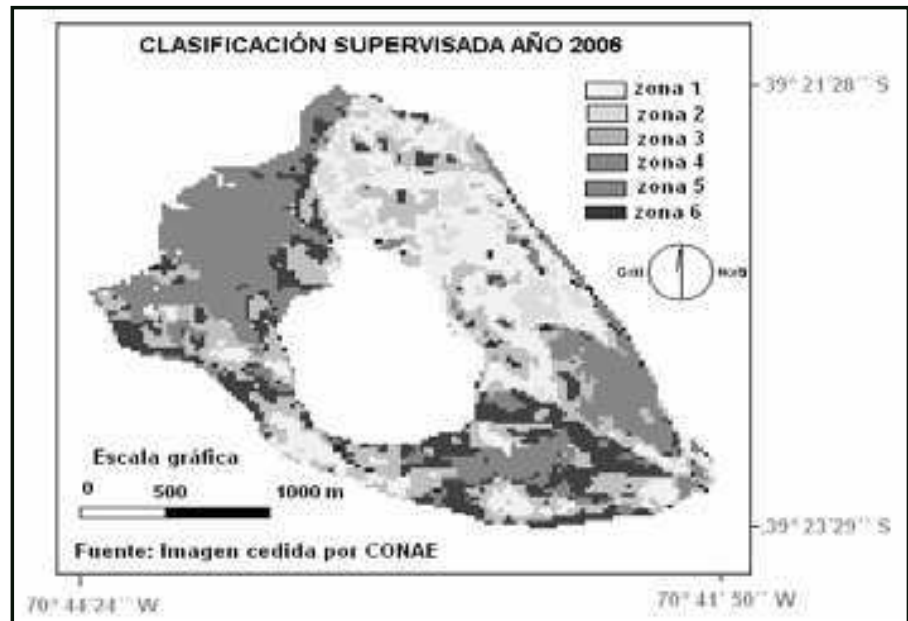


Figura 4: Imagen supervisada del mallín, febrero de 1999. El sector central se eliminó por ser parte de la estepa

| Superficie ocupada por zonas (ha) | |
|-----------------------------------|---------|
| ZONAS | 1998-99 |
| 1 | 170 |
| 2 | 41 |
| 3 | 70 |
| 4 | 73 |
| 5 | 176 |
| 6 | 80 |

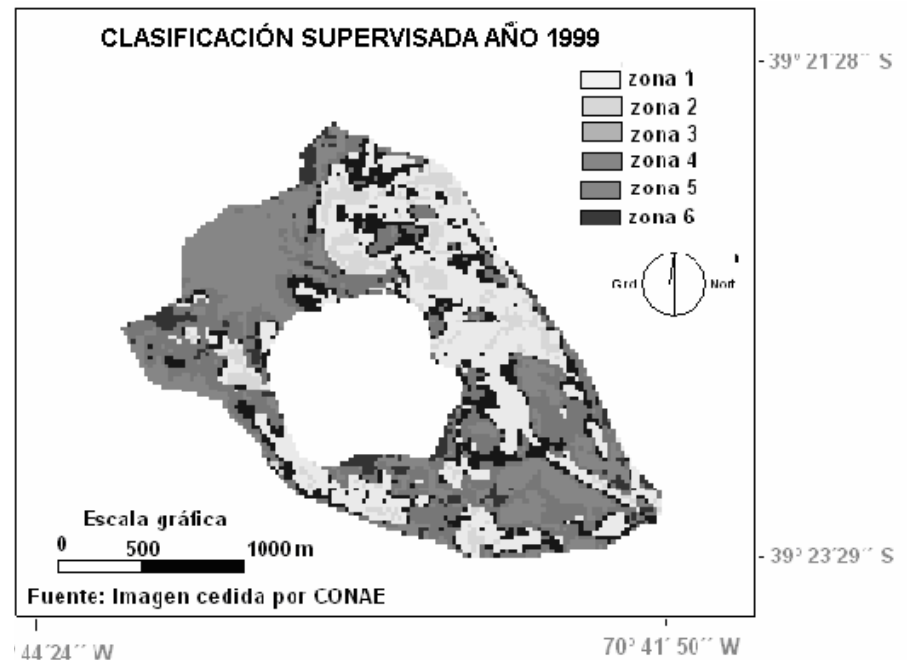


Figura 5: Zonas con alto cambio en el verdor entre el período húmedo (2006) y seco (1999)



Figura 6. Zonas con alto cambio en la humedad entre el período húmedo (2006) y seco (1999)



A fin de observar el grado de cambio espectral entre el período húmedo y el seco, se aplicó a las bandas originales (excepto la banda 6) el algoritmo de Kauth Thomas. De las imágenes resultantes, se utilizaron la de verdor y la de humedad. Esto permitió detectar las zonas que sufrieron un alto cambio espectral entre el período húmedo y el seco. En las figuras 5 y 6, los sectores marcados muestran las zonas con más alto cambio espectral.

Relación entre las curvas espectrales, el análisis multitemporal y las zonas del mallín

El análisis e interrelación entre la imagen clasificada, las curvas espectrales de cada zona del humedal, las imágenes de cambio y el relevamiento de campo permitió caracterizar y percibir la dinámica temporal y espacial del mallín entre un período húmedo y uno seco.

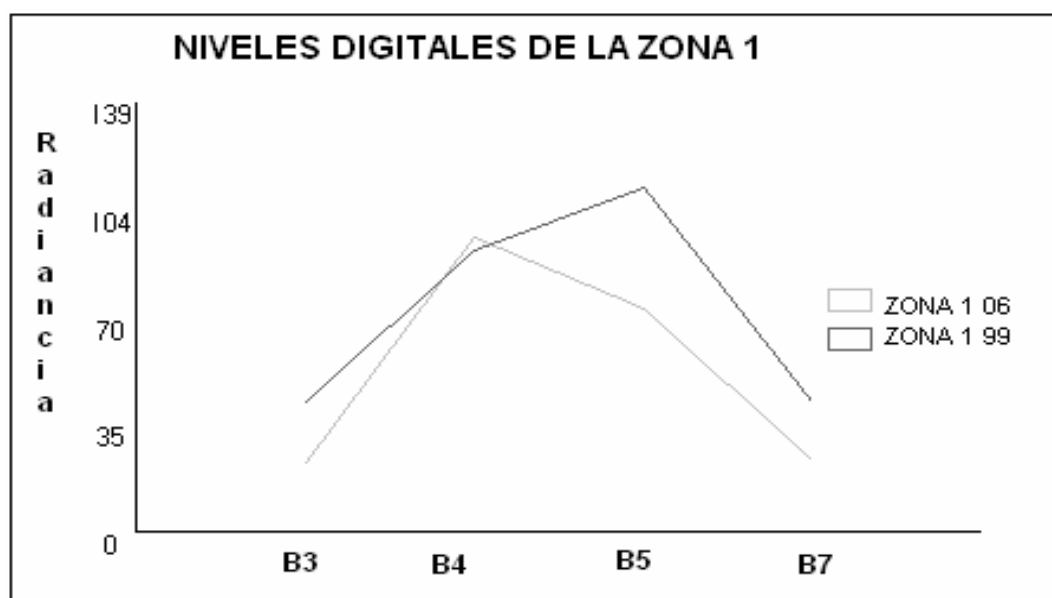
Zona 1: Corresponde a zonas planas caracterizadas por un escaso valor de la pendiente y se corresponde con la matriz del mallín, ya que esta clase domina la mayor parte del mismo. La vegetación posee una cobertura media total del 95%. La capa freática se encuentra entre los 30-50 cm en la época estival. Sin embargo, se comprobó en el campo que la misma presenta un sistema de canalización para riego complementario. Estas condiciones permiten el desarrollo de una flora mesofítica. La especie dominante nativa y pionera en la colonización de estos ambientes está representada por *Juncus lesueurii*, con valores del 30 al 60% de cobertura (Fig. 7).

Figura 7: A la derecha del alambrado, comunidad de la matriz (zona 1); el sector izquierdo, comunidad del parche (zona 4)



Conjuntamente con ella crecen un importante número de especies introducidas o naturalizadas de alto valor forrajero, entre las cuales se pueden citar: *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Trifolium repens*, *Medicago lupulina*, entre otras. A partir del análisis multitemporal (fig. 5 y 6) se observa que la zona de la matriz (zona 1) no sufre grandes cambios espaciales en su tamaño. Sin embargo al analizar el comportamiento de la radiancia a través de los números digitales (ND) se observan diferencias entre el año húmedo y el seco (Fig. 8).

Figura 8: ND de la zona 1 en el periodo húmedo (2006) y seco (1999)



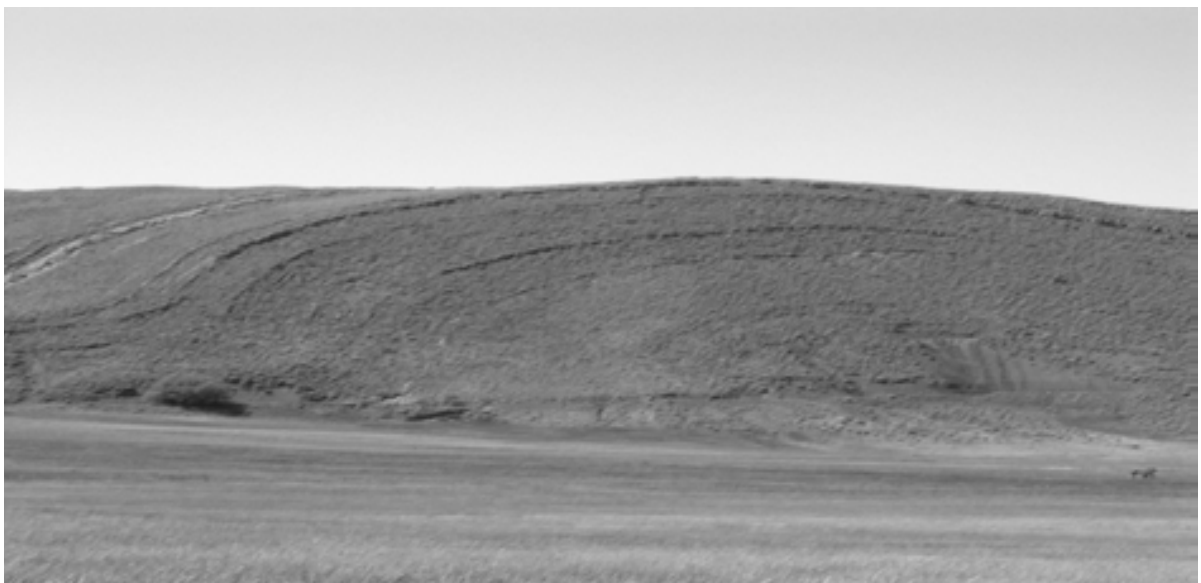
FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos del procesamiento digital de las imágenes satelitales Landsat TM febrero 1999 y febrero de 2006

Los valores más elevados de los ND de la banda 3 en el periodo 1998-99 muestran la disminución de la superficie foliar y altura de la vegetación del año seco en relación con el período húmedo. Se atribuye esta diferencia a la composición florística. Por un lado, el porcentaje de forrajeras (*Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Trifolium repens*, etc.) se ve afectado durante el período seco, con la consecuente pérdida de vigor vegetal. Por otro lado, el mayor porcentaje de cobertura determinado por *Juncus lesueurii* mantiene relativamente el verdor por el usufructo de agua de la capa freática a través de sus rizomas. Esto queda reflejado en las leves diferencias observadas en el comportamiento digital de la banda 4 en ambos períodos. Por otra parte, los ND de las

bandas 5 y 7 marcan claramente las diferencias de humedad del suelo, la cual tiene incidencia directa en el comportamiento de las forrajeras perennes, que dependen de los 30 primeros cm del suelo.

Zona 2: Constituye parches distribuidos dentro de la matriz (zona 1). Se ubica sobre relieves ligeramente inclinados o de forma convexa en sentido longitudinal, perpendicular a las curvas topográficas (Fig. 9). El suelo está imperfectamente drenado, con capa freática cerca de la superficie.

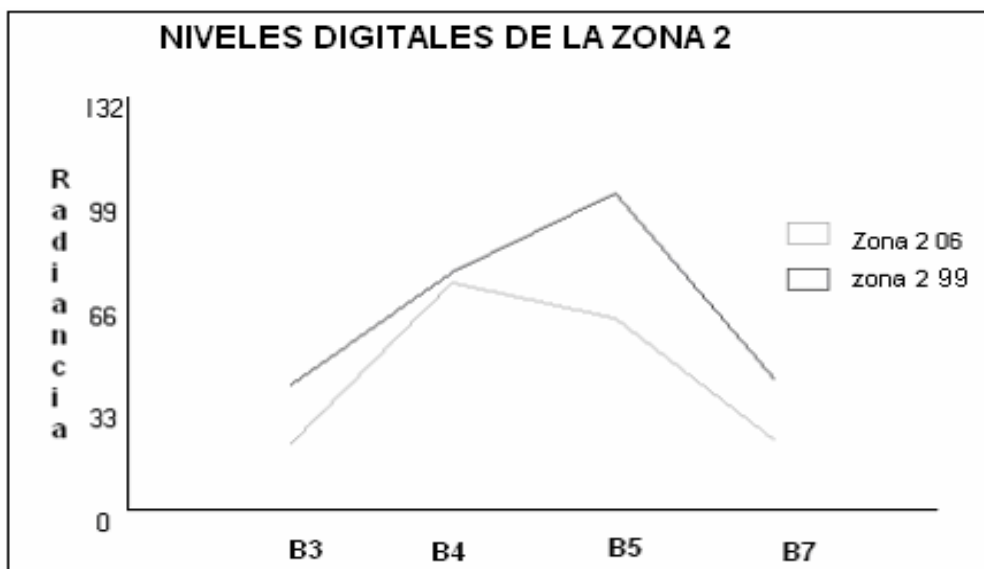
Figura 9: El óvalo muestra la localización del parche (zona 2) dentro de la matriz



La forma de la pendiente promueve el escurrimiento superficial de agua, el cual se mantiene durante toda la estación de crecimiento. Este tipo de hábitat permite la instalación de una vegetación dominada por especies hidrofíticas, de las familias juncáceas y ciperáceas. La cobertura promedio es del 100%. La composición florística está dominada principalmente por *Eleocharis albibracteata* con 80 a 90% de cobertura; en mucho menor proporción suelen acompañar esporádicamente *Carex gayana* y *Juncus lesueurii*, las cuales le dan a esta zona una fisonomía muy particular. Estas plantas son indicadores de la condición de saturación de agua que presenta la zona en gran parte del año. La presencia de especies naturalizadas forrajeras sólo es posible cuando la microtopografía del terreno lo permite; es decir, cuando el suelo se eleva sensiblemente de la superficie anegada.

Al analizar los ND de las cuatro bandas (Fig. 10) se observa un comportamiento similar al representado en la figura 8. Sin embargo, la zona 2 es la más afectada de las cinco zonas que constituyen el mallín en el período seco; se observan los altos cambios que presenta la imagen de verdor y humedad en este parche. Esto se debe principalmente a la característica ecológica de la principal especie (*Eleocharis albibracteata*) que domina el parche. Durante el período seco, el parche presenta menor disponibilidad de agua. La vegetación sufre esta influencia, observada en la figura 10, con mayores ND en la banda 3 debido a la menor absorción de los pigmentos de las hojas. Esto provoca un alto estrés en la vegetación de la zona, con el consecuente cambio espacial del parche. La alta reflectividad en el período seco de las bandas 5 y 7 corrobora la disminución del aporte de agua y la incidencia directa en disminución del tamaño del parche.

Figura 10: ND de la zona 2 en el período húmedo (2006) y seco (1999)

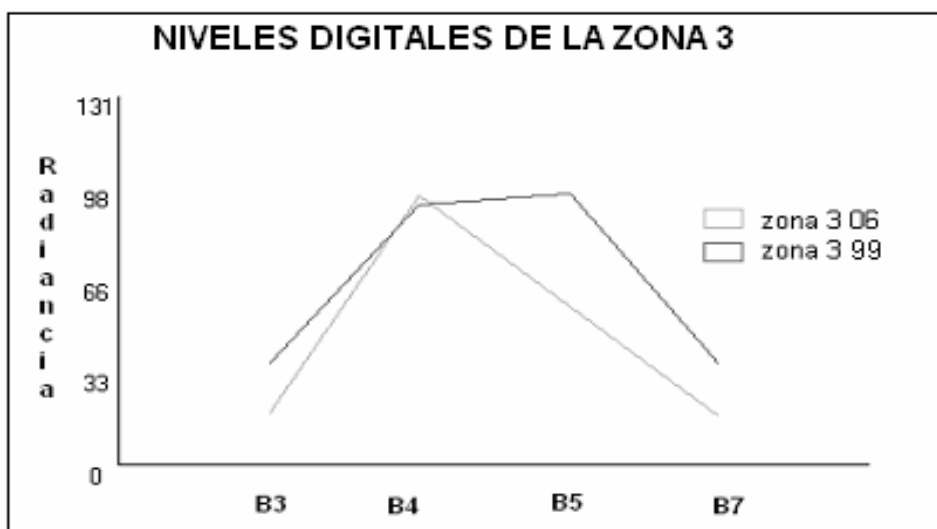


FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos del procesamiento digital de las imágenes satelitales Landsat TM febrero 1999 y febrero de 2006

Zona 3: El parche (zona 3) se caracteriza por un relieve plano y se encuentra colindante con grandes carcavamientos o zanjones, de pendientes pronunciadas, observados en el terreno. Estos últimos actúan como drenes naturales del mallín que provocan importantes cambios de la humedad edáfica. En este caso representaría la incidencia de un corredor en el cambio

de los parches que lo rodean. La vegetación de esta zona no difiere marcadamente de la matriz (zona 1). Sin embargo, la menor humedad del suelo no favorece una composición florística de perennes, a excepción de *Juncus lesueurii*, que usufructúa el agua de la capa freática ubicada a mayor profundidad. Estas nuevas condiciones crean una nueva dinámica sucesional que facilita solamente la instalación de numerosas especies anuales. Entre ellas se pueden citar: *Apera interrupta*, *Vulpia megalura*, *Bromus tectorum*, *Erodium cicutarium*, *Cirsium vulgare*, *Echium vulgare*, entre otras. En su conjunto, representan aproximadamente el 50% de cobertura total del parche (zona 3). Por otra parte, se registró la presencia de *Stipa speciosa* en algunos sectores del parche, en particular en el borde de las cárcavas, donde la humedad edáfica es muy deficiente.

Figura 11: ND de la zona 3 en el periodo húmedo (2006) y seco (1999)



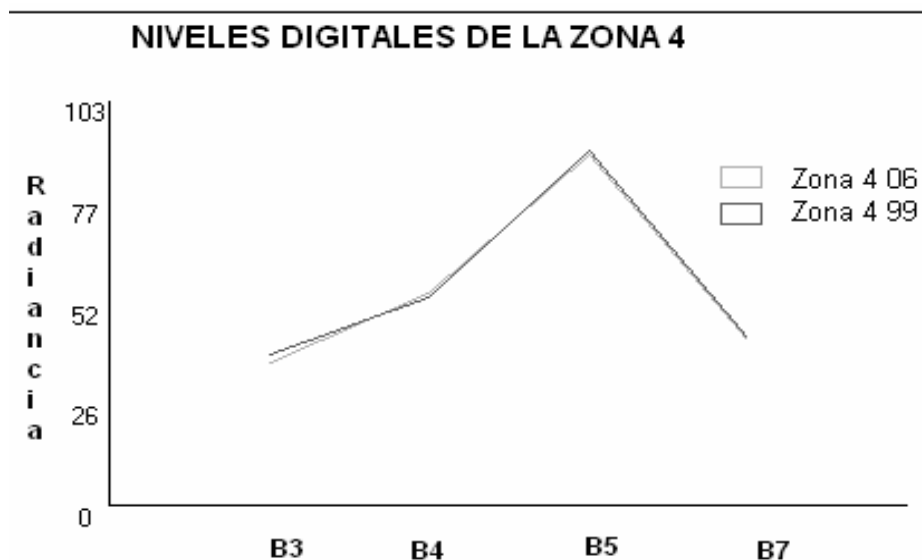
FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos del procesamiento digital de las imágenes satelitales Landsat TM febrero 1999 y febrero de 2006

Este parche (zona 3) mantiene relativamente constante su superficie entre períodos húmedos y secos al observar las imágenes de cambio (Fig. 5 y 6). Esto se explica por la composición florística dominada mayoritariamente por anuales, dado que las mismas no dependen estrictamente de la capa freática sino de los períodos de lluvia. La diferencia observada en los ND de la banda 3 (Fig. 11) entre ambos períodos es comprensible, dado que en el período húmedo se atenúa la disminución del crecimiento de la vegetación por un mayor almacenaje de agua del suelo, lo que le permite mantener una mejor cobertura

con un ciclo más largo. Esto se corrobora al interpretar el comportamiento de las bandas 5 y 7. Los susceptibles cambios espaciales de este parche (zona 3) tienen una incidencia directa en sus adyacencias en el período seco. Esta situación se da en particular sobre la matriz del mallín (zona 1).

Zona 4: Esta zona, muy importante desde el punto de vista forrajero, presenta un comportamiento espectral medio entre zonas húmedas y secas. Representa los parches más elevados del mallín, los cuales pueden estar en forma dispersa dentro de los límites del mismo o en sus alrededores. La capa freática se encuentra a una profundidad mayor que en las zonas anegadas. Esto proporciona, por capilaridad, humedad edáfica para la instalación de una flora mesofítica. La composición florística de esta zona está formada por: *Festuca scabriuscula*, *F. pratensis*, *Poa pratensis*, *Hordeum comosum*, *Juncus lesueurii*, entre otras (Fig. 7). *Festuca scabriuscula* varía su porcentaje de cobertura entre el 5 y 35%, de acuerdo con la profundidad y disponibilidad de humedad del suelo. Se observaron en los perímetros del mallín elementos florísticos de la estepa circundante como *Mulinum spinosum*, *Stipa speciosa*, *Acaena pinnatifida*, junto a *Festuca scabriuscula*. Esto es consecuencia del dinamismo de los abanicos aluviales circundantes al mallín, lo cual provoca un alejamiento de la capa freática que facilita la xerofitización.

Figura 12: ND de la zona 4 en el periodo húmedo (2006) y seco (1999)



FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos del procesamiento digital de las imágenes satelitales Landsat TM febrero 1999 y febrero de 2006

Si bien el parche (zona 4) no presenta cambios con respecto al verdor entre períodos húmedos y secos (Fig. 5), ni en los ND de la figura 12, sí manifiesta leves cambios espectrales en la imagen de humedad. Esto se explica por los espacios intermatas de *Festuca scabriuscula*, que permite al sensor del satélite detectar la menor humedad del suelo. Por lo tanto, la imagen de humedad permite observar claramente aquellos lugares donde se debe intervenir en el manejo de la pastura de manera de provocar el menor daño posible al suelo y la vegetación durante época de estrés.

Zona 5: Este parche caracteriza la vegetación de estepa (Fig. 13) y tiene contacto directo con la matriz (zona 1). Ocupa los relieves suaves a moderadamente ondulados. Se reconocen signos de erosión, la superficie del suelo presenta textura gruesa y se ha detectado la presencia de ceniza volcánica.

La estructura de la estepa está definida por dos estratos, a veces no muy bien diferenciados entre sí. El primero es de altura media 0,40 m y está dominado por *Mulinum spinosum*. En el segundo estrato se ubican dos especies codominantes, *Stipa speciosa* y *Festuca scabriuscula*, con alturas medias de 0,20 m.

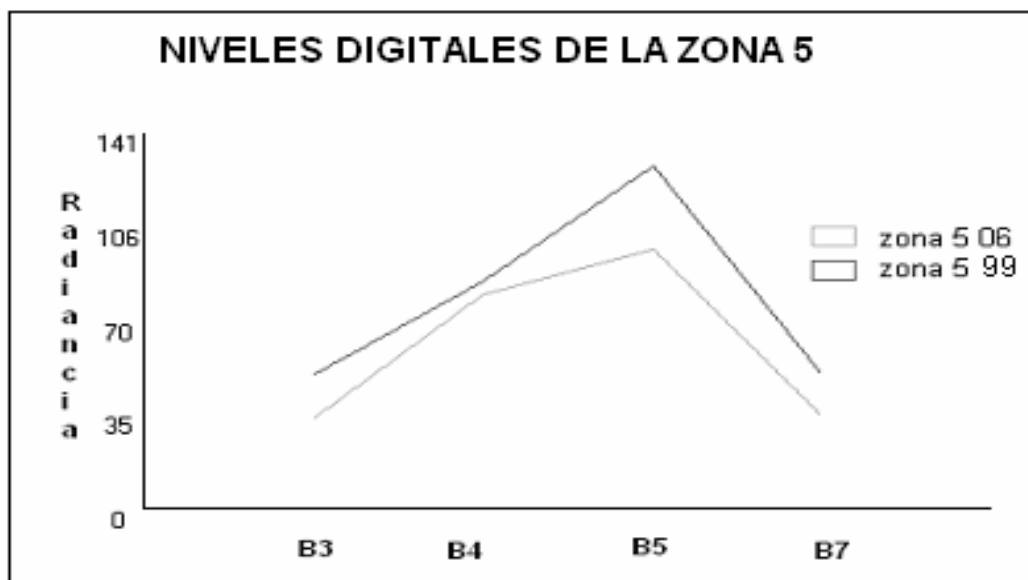
Figura 13: Vegetación de estepa en primer plano



Acompañan *Senecio bracteolatus*, *Acaena splendens*, *A. pinnatifida*, *Cerastium arvense*, *Tarasa humilis*, entre otras. Entre las gramíneas se destaca *Festuca scabriuscula*, cuya proporción varía en función de la disponibilidad de suelo. Se observó que esta zona presenta un porcentaje de especies anuales que oscilan entre el 10 y el 15%. Entre ellas: *Bromus tectorum*, *Vulpia megalura*, *Rumex acetosella*, *Triptilion achillae*. Toda la unidad tiene actividad ganadera como consecuencia directa de su cercanía con el mallín. Esto se refleja en especies indicadores de acción antrópica, como *Lactuca serriola*, *Thapsus baccata*, *Erodium cicutarium* y *Cirsium vulgare*.

Esta zona, al igual que la zona 4, no presenta cambios espaciales. El comportamiento espectral obtenido en las distintas bandas de ambos períodos (Fig. 14) muestra que se trata de lugares con importante proporción de suelo desnudo y con escasa humedad. Sin embargo, el período húmedo muestra una ligera mejoría de la vegetación por la presencia de anuales.

Figura 14: ND de la zona 5 en el periodo húmedo (2006) y seco (1999)



FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos del procesamiento digital de las imágenes satelitales Landsat TM febrero 1999 y febrero de 2006

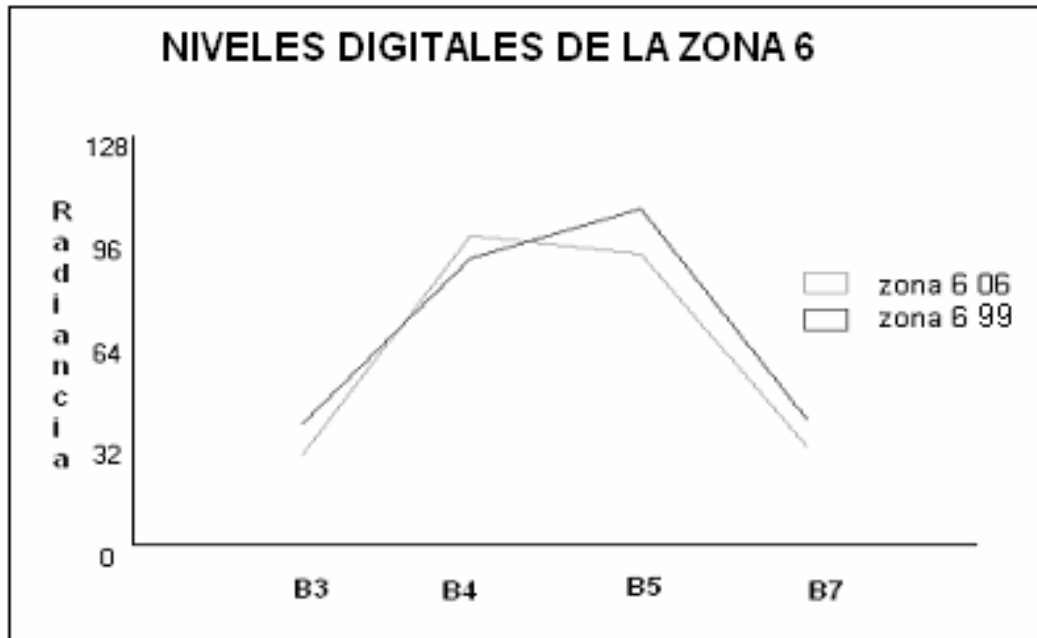
Zona 6: Es difícil considerar esta zona como un corredor en la imagen supervisada, pues no presenta estrictamente formas alargadas. Sin embargo, la corroboración a campo permitió distinguir que el corredor se encuentra

enmascarado dentro de esta zona. Por lo tanto, se interpreta que el corredor está representado por el cauce propiamente dicho, más el ensanchamiento de la zona del talud (Fig. 15) provocado por antiguos cauces naturales del mallín o sobre antiguos canales de riego profundizados por la erosión hídrica. En los bordes del cauce hay vegetación relictual del mallín o en su defecto se encuentran colonizados por *Discaria trinervis* ("chacal"), arbusto que alcanza una altura media de 2 m, o por *Salix fragilis* (sauce). Lo expresado anteriormente queda reflejado en el comportamiento de las curvas espectrales de la figura 16. Las imágenes de cambio de verdor y humedad no muestran variación espacial y temporal del corredor.

Figura 15: En segundo plano se aprecia el parche (zona 3), inmediatamente abajo, en el talud, se observan los primeros 100 cm del suelo del mallín. En primer plano, el cauce del arroyo con la vegetación relictual y el talud prácticamente desnudo



Figura 16: ND de la zona 6 en el período húmedo (2006) y seco (1999)



FUENTE: Elaboración propia sobre la base de datos del procesamiento digital de las imágenes satelitales Landsat TM febrero 1999 y febrero de 2006

Conclusiones

Existe una variación espacial y espectral de la mayor parte de los parches y de la matriz entre un período húmedo y uno seco.

Los parches más afectados espacialmente corresponden a los de la comunidad hidrofítica con *Eleocharis albibracteata* (zona 2) y en menor medida, a la matriz del mallín (zona 1).

Los corredores naturales y antrópicos (zona 6) alteran directamente los parches adyacentes al profundizarse la capa freática. Esto provoca pérdida de especies, aparición de las no palatables y más xerofíticas y disminución de la cobertura vegetal.

En el parche de festuca especialmente (zona 4) y en el de estepa (borde del mallín, zona 5) no se observan grandes cambios espaciales y espectrales entre un período húmedo y uno seco.

Agradecimientos

A la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), por haber cedido las imágenes Landsat TM utilizadas en este trabajo (Path 232 Row 087) de febrero de 1999 y febrero de 2006.

A los propietarios del mallín Catatun en la zona de estudio, por la información brindada.

Al Dr. Julio Uboldi, especialista en Teledetección y SIG, por la revisión del manuscrito, y por los comentarios y sugerencias realizadas.

Bibliografía

- AIC, Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Río Limay, Neuquén y Negro (1999, 2006) "*Informe Hidrometeorológico*". Cipolletti.
- CHUVIECO, E. (1996) *Fundamentos de la teledetección espacial*. Madrid, Rialp, pp. 565.
- EASTMAN, J. (1996). *Idrisi 3.2*. Massachusetts, Clark University.
- FORMAN, R. (1995). *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, University Press, pp. 602.
- FORMAN, R. y GODRON, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York, John Wiley and Sons, pp. 620.
- HORNE, DUHILLO, BRUCE, y POLLA. (1999) "Recursos hídricos y mallines en Patagonia". Informe final. Cinco Saltos, UNE.
- MATTEUCCI, S. (1998): "*La cuestión del patrón y la escala*", En Matteucci S. D. y Buzai G. D. (Eds.) *Sistemas ambientales complejos: Herramientas de análisis espacial*. Universidad de Buenos Aires, Eudeba.
- PEÑA, Oscar (2002). "La fragmentación de los Paisajes en un área de Mesetas, Basálticas de la provincia de Neuquén". Tesis de maestría. Neuquén, Universidad Nacional del Comahue, pp. 135.
- PEÑA Oscar, OSTERTAG. G, GANDULLO R. (2004). "La variabilidad climática y su efecto sobre la Capacidad Forrajera de un Mallín". Boletín Geográfico N° 25. Departamento de Geografía, Neuquén, Universidad Nacional del Comahue, pp. 11-28.
- SAUNDERS, D., HOBBS, R., y ARNOLD, G. (1993): *The Kellerberrin project on fragmented landscapes: a review of current information*, Biological Conservation, pp. 200.

Notas

Este trabajo es parte del Proyecto de Investigación *Procesos Naturales y Modificaciones Antrópicas en Humedales (mallines) en el centro Oeste de la provincia de Neuquén* subsidiado por la Secretaría de Investigación de la Universidad Nacional del Comahue.