

# COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN DE UN HUMEDAL (MALLÍN) ENTRE PERÍODOS HÚMEDOS Y SECOS MEDIANTE ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y ESPECTRAL

Óscar Peña<sup>1</sup>, Griselda Ostertag<sup>1</sup>, Ricardo Gandullo<sup>3</sup>,  
Alicia Campo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografía, Universidad Nacional del Comahue

<sup>2</sup> Departamento de Geografía, Universidad Nacional del Sur

<sup>3</sup> Departamento de Biología Aplicada, Universidad Nacional del Comahue

## 1. Introducción

### *1.1. Caracterización de los mallines en el área de estudio*

Los humedales (mallines) son importantes ecosistemas naturales como recurso forrajero para la ganadería extensiva en la patagonia argentina. Pueden presentar una producción variable de 20 a 30 superior que la estepa circundante (Bonvissuto y Somlo, 1997). Los mismos representan el 4% de su superficie patagónica (Nakamuscu, 1998: 1). Su presencia depende básicamente de las formaciones geológicas aledañas y de la existencia de estratos impermeables que retardan el drenaje en los fondos de los valles (Fiorio, 1997: 20).

Estos ecosistemas tienen su origen en el aporte de agua superficial y subterránea. El primero proviene de las precipitaciones níveas y lluvias que actúan sobre relieves normales a ligeramente cóncavos, originando los cauces de escurrimiento superficiales (Nakamuscu, 1998: 2). La recarga superficial es de ocurrencia otoño-invierno-primavera temprana, que determina un exceso de agua cuando la vegetación está en receso.

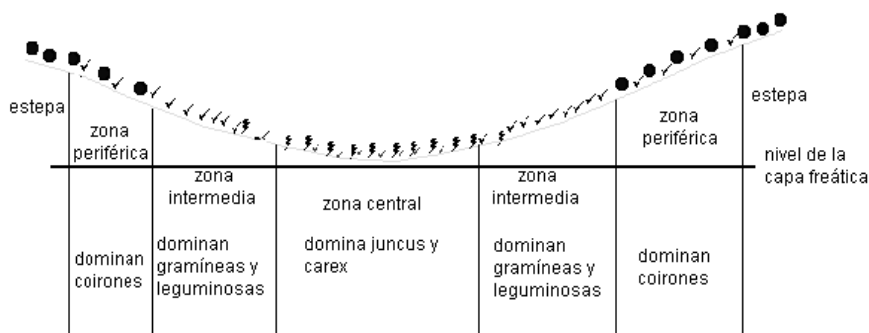
La recarga subterránea se origina por el aporte de agua freática por movimiento lateral del acuífero libre. Donde se registra la amplitud mayor en el movimiento de la capa freática, es en el sector más próximo al cauce.

Dentro del mallín se distinguen tres zonas que pueden aparecer como perímetros irregulares relacionadas a su microtopografía (Gandullo, 2005: 1). En la figura 1 se presenta un esquema de las zonas de un mallín: la zona central es la más húmeda e inundable y tiene características hidromórficas. En ella predominan las especies acuáticas, juncos y carex. Por lo general en esta zona siempre se encuentra un cauce que actúa como drenaje del agua y su profundidad está en relación proporcional al estado de conservación de la cuenca. La zona intermedia, en un nivel micro topográfico más elevado y con la capa freática por debajo de la superficie la mayor parte del año, es la de mayor producción forrajera, con predominio de gramíneas y leguminosas. La última es la zona periférica que se encuentra influenciada por stipas (coirones) y otras especies pertenecientes a la estepa y constituye un sitio de equilibrio muy frágil (Fiorio 1997: 22).

En general, los factores antropogénicos de degradación de un mallín están básicamente relacionados con la principal actividad ejercida sobre estos ecosistemas en la patagonia argentina, tal es la ganadería extensiva (Horne, 1998: 33). A la presión ejercida al mallín por la carga animal se suma el efecto de la variabilidad de los estados del tiempo interanuales, ya que las cargas ganaderas se planifican en función de años medios o húmedos (Bleskow, 1990: 87).

Los períodos húmedos y secos modifican la dinámica hidrológica del mallín (Peña, 2004) y esto repercute en la evolución del complejo agua-suelo-vegetación y en su capacidad forrajera, determinando en los períodos secos sobrecarga animal y procesos de degradación difíciles de revertir.

Figura 1. Zonificación y especies predominantes en un mallín (Fiorio, 1998)



### *1.2. El uso de información satelital en estudios multitemporales*

El análisis de imágenes de satélite proporciona la distribución espacial y temporal de variables, que son claves para entender el funcionamiento del ecosistema, como son la temperatura de superficie, la radiación interceptada por la vegetación, el contenido de clorofila o de agua en las hojas, o el índice de área foliar (Chuvieco, 1996: 330).

Los satélites de la serie Landsat, en especial las imágenes obtenidas por el sensor TM con sus tres bandas en el visible, cuatro bandas en el infrarrojo y una resolución espacial de 30 m, permiten una serie de aplicaciones a mesoescala y en algunos casos a microescala. Algunos ejemplos pueden ser: contaminación de espejos de agua (banda azul); exploración minera (infrarrojo medio), contenido de humedad en las plantas y suelo (infrarrojo medio), detección de focos de calor (infrarrojo medio y térmico), detección de áreas urbanas, vías de comunicación, etc.

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 (Gilabert, 1990).

La banda 4, región del infrarrojo cercano, está influenciada por la estructura celular interna de la hoja, específicamente por la estructura del mesófilo y por la absorción de agua. Por lo que 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 lo que a mayor contenido de agua, menor es la respuesta espectral (Chuvieco, 2002: 334).

Las bandas espectrales de mayor aplicación corresponden a la del verde, rojo, infrarrojo cercano e infrarrojo medio. La razón de la utilización de la información de estas bandas se encuentra en la respuesta espectral que tiene el complejo suelo, agua y vegetación. Es en estos rangos donde estos elementos se pueden diferenciar y estudiar sus comportamientos (Gilabert, 1997: 7). En el caso concreto de cambios de la vegetación, la comparación entre índices de vegetación de distintas fechas ha resultado ser la base más adecuada, así se han desarrollado aplicaciones para seguimientos de cultivos, bosques, incendios forestales, plagas, estrés hídrico, etc.

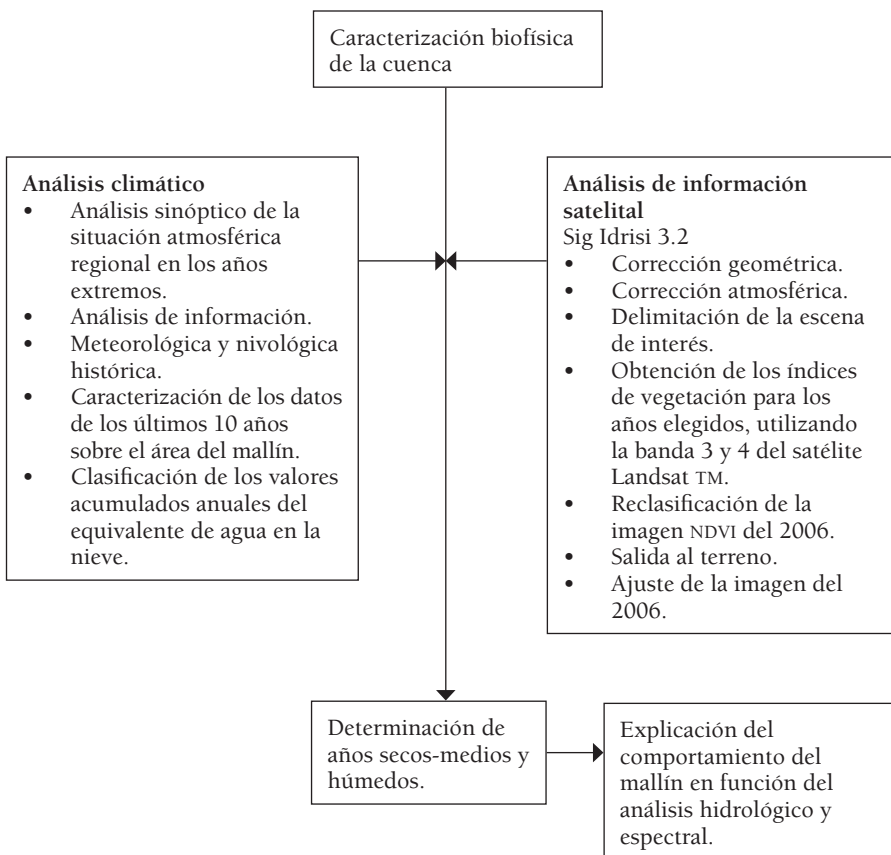
Un aspecto a tener en cuenta en estudios multitemporales y que resulta relevante en la primera etapa del trabajo con imágenes de satélite es la georeferenciación y corrección atmosférica a fin de comparar lo más fielmente posible la información obtenida (Chuvieco, 2002: 427).

## 2. Objetivo

El objetivo del estudio es analizar temporalmente el grado de relación existente entre el comportamiento hidrológico y la repuesta en los cambios espectrales del complejo agua-suelo-vegetación, en un mallín localizado en la cuenca media del río Catan Lil, en la provincia de Neuquén.

## 3. Metodología

El cuadro siguiente muestra la secuencia metodológica abordada en el estudio:



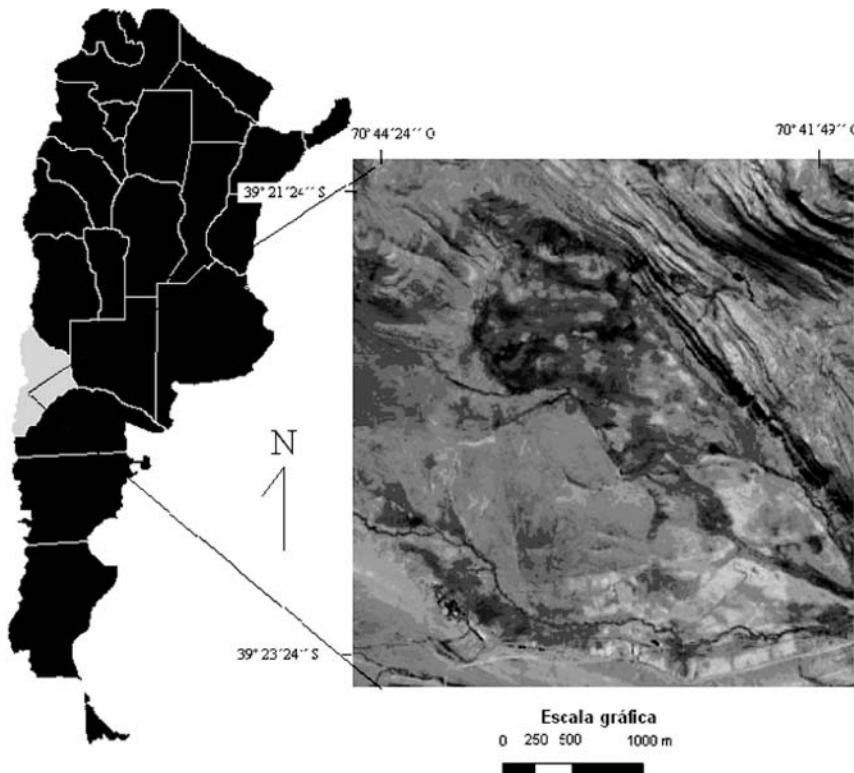
#### 4. Caracterización biofísica de la zona

El mallín en estudio comprende unas 500 hectáreas y se localiza en la sierra de Catan Lil, en el centro oeste de la provincia de Neuquén (Argentina), a unos 1.200 m sobre el nivel del mar (fig 2). Geológicamente es un sector dominado por rocas sedimentarias plegadas de origen marino del período Jurásico (Leanza, 1985: 34).

El área se encuentra bajo la influencia de los vientos del oeste provenientes del centro de alta presión semipermanente del Pacífico Sur. Las precipitaciones que se originan principalmente, por avances de frentes fríos, tienen mayor frecuencia en la época invernal.

Desde el mes de noviembre hasta el mes de marzo, la alta presión subtropical se localiza a mayor latitud por lo tanto existe una notable variación climática, con veranos secos y más cálidos.

Figura. 2. Zona de estudio



La vegetación natural en la zona que rodea al mallín corresponde al distrito occidental de la provincia patagónica (Cabrera, 1958: 64-71). Esta provincia fitogeográfica se extiende desde el centro de la precordillera de Mendoza hacia el sur. Se ensancha paulatinamente hasta cubrir la parte oeste de Neuquén desde el límite con Mendoza hasta el paralelo 39° y desde allí continúa como una cuña entre el bosque subantártico y la provincia del monte.

La vegetación dominante corresponde a una estepa de neneo. Predominan las matas hemisféricas de *Mulinum spinosum* «neneo», especie que posee una gran tolerancia a la humedad y puede avanzar sobre suelos alterados en los límites de la provincia subantártica. Además invaden los bordes de caminos y áreas mallinosas en condiciones de degradación. Suele estar acompañada por «mata mora» *Senecio filaginoides*, *Adesmia campestris*, «cola piche» *Nassauvia glomerulosa*, «coiron amargo» *Stipa speciosa*, «duraznillo o coliguay» *Colliguaya integerrima*, *Haploppapus pectinatus*, etc.

Hacia el oeste, a pocos kilómetros del mallín, en las laderas de los cerros y siguiendo los cauces de los arroyos, se encuentran pequeños bosques de araucaria, ñire y chacay que van creciendo en cobertura y abundancia a medida que se avanza hacia occidente.

El origen de los mallines es reciente, (período Holoceno) (Leanza, 1985: 73). Corresponde a aluvios que han rellenado áreas deprimidas de origen glacialifluvial, generalmente en sectores donde hay cursos de agua permanentes o semipermanentes, como el caso del mallín en estudio. Estos sectores constituyen el recurso más importante para pastaje de ganado, principal actividad en la zona.

La red hídrica de la cuenca corresponde a la del río Catan Lil cuya cabecera se encuentra en el cerro Chachil (2396 m sobre el nivel del mar). En su transcurso hacia el sur recibe una serie de arroyos muy caudalosos en la época de deshielo, tal es, el Catatun, el que con una pendiente noroeste-sureste discurre dentro del mallín en estudio, hasta desembocar en el Catan Lil.

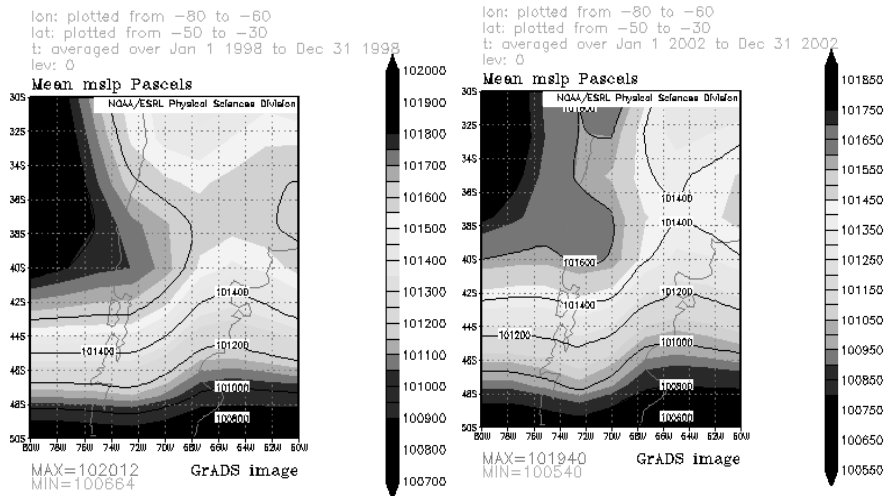
## 5. Resultados

### 5.1. Situación de los campos de presión promedio de la serie; en años secos y húmedos

La situación promedio de los campos de presión a nivel del mar en el período 1979-2006 osciló en los 1019 Hp sobre el océano Pacífico y en el continente, la presión media fue de 1015 Hp.

La figura 3, muestra la situación del campo medio de presión del año 1998 (año seco). Se observa la alta presión sobre el pacífico con valores centrales

Figuras 3 y 4. Presión media sobre nivel del mar Hp en el área de influencia. Años 1998 (a la izquierda) y 2002 (a la derecha)



Fuente: Elaborado con información disponible en el sitio web <<http://www.cdc.noaa.gov>>.

superiores a 1020 Hp. También, en todo el norte de la Patagonia la presión estuvo sobre lo normal, y sobre el Atlántico presentó valores superiores a 1017 Hp. Esta situación no favorece la ocurrencia de lluvias. Las isobaras muestran que las presiones más bajas se manifiestan levemente sobre la Península de Valdéz, desde el Atlántico, y no afectan la región de los Andes Centrales.

La figura 4 muestra las condiciones sinópticas de presión media para el año 2002 (un año de medio a húmedo). Se observa un debilitamiento del anticiclón del Pacífico con valores centrales de 1018 Hp y sobre la costa atlántica una vaguada de bajas presiones sobre el continente, mostrando una clara actividad ciclónica en el norte de la Patagonia.

## 5.2 Análisis de la información climática de la cuenca

Para caracterizar el comportamiento estacional de las precipitaciones en la cuenca, se ha realizado un análisis de la situación en el área de estudio en períodos húmedos y secos. Se consideró la información de la estación Rahue, de la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas, ya que manifiesta un comportamiento similar en las condiciones del tiempo al área de estudio.

En el gráfico 1 de precipitación total anual se puede realizar una evaluación comparativa del comportamiento de los períodos hidrológicos. Los años

Gráfico 1. Precipitación total anual período 1996-2005

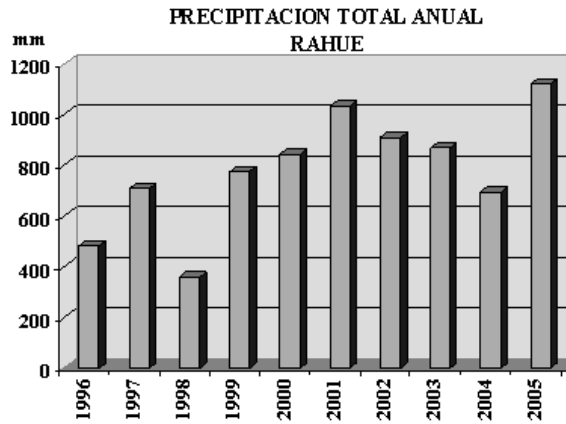


Gráfico 2. Lluvia mensual del año 1996. Estación Rahue

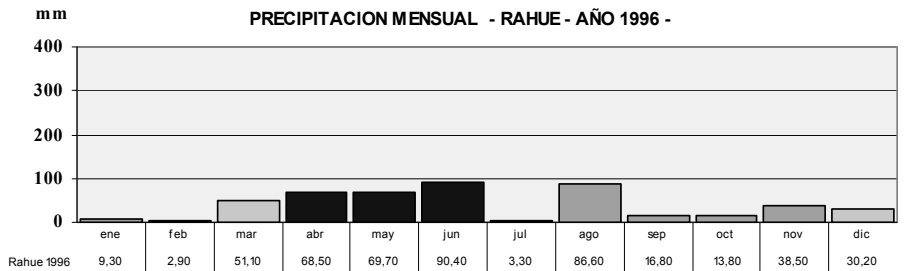
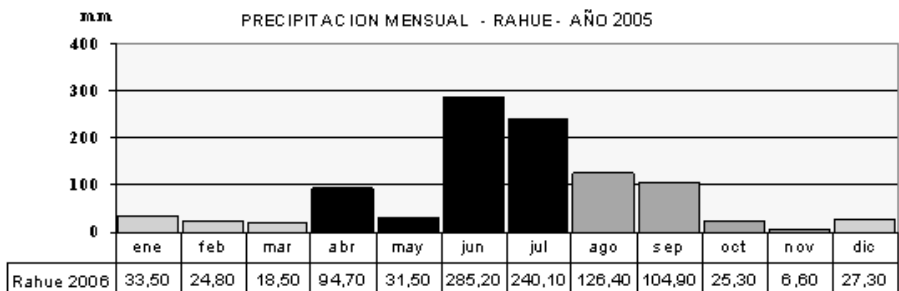


Gráfico 3. Lluvia mensual del año 2005. Estación Rahue



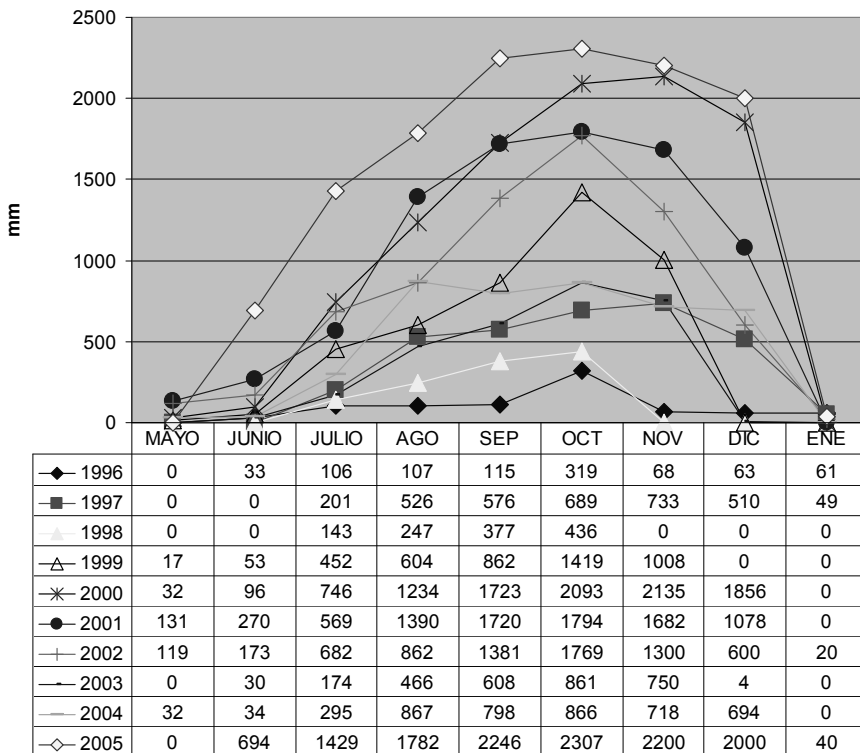


2005, 2001 y 2002, de máxima precipitación dentro de la serie considerada están por encima de los 900 milímetros anuales. Valores en torno a la media histórica presentan los años 2003, 2000, 1999 y 1997, mientras que el 2004, 1996 y 1998 son los más secos de los últimos nueve años.

En los gráficos 2 y 3 se observa el comportamiento de la lluvia de un año de sequía, como 1996. En los meses de invierno, las precipitaciones están por debajo de lo normal, situación que se corresponde también con el bajo estado de acumulación nival. Mientras que en el 2005, la acumulación invernal de lluvias y nevadas fue sostenida durante los meses de junio y julio, proporcionando condiciones de exceso hídrico sobre la cuenca.

El gráfico 4 representa el comportamiento de la acumulación nival en la estación de nieve de alta montaña más cercana al mallín (Nacientes del Río

Gráfico 4. Comportamiento anual del equivalente de agua en la nieve.  
Estación Nacientes del Catan Lil



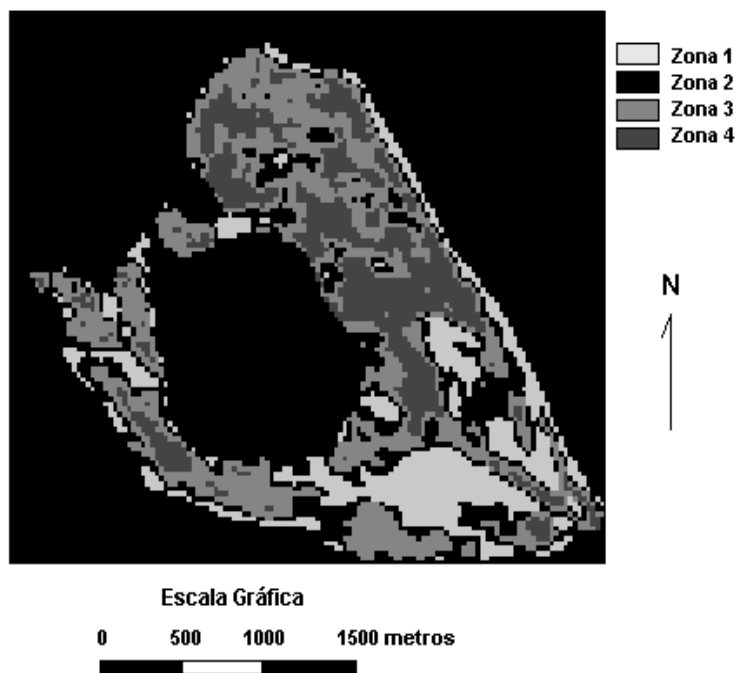
Catan Lil). En años secos la acumulación es baja y la fusión de la nieve termina antes de diciembre, mientras que en años húmedos continúa casi finalizado ese mes y en oportunidades en el mes de enero y febrero.

### 5.3. Análisis espectral e hidrológico de la serie

Previa georeferenciación y corrección atmosférica de las imágenes Landsat TM de la serie analizada, se procedió a la reclasificación de la imagen NDVI de febrero del 2006. De acuerdo a ello y considerando el conocimiento del terreno, se detectan 4 zonas dentro del mallín (Figura 5).

A posteriori, en función de las características de la vegetación, se realizó un análisis de las relaciones entre períodos húmedos, medios y secos con la respuesta espectral detectada por el satélite. Se utilizan las imágenes del NDVI de cada año considerado.

Figura 5. Reclasificación de la imagen del NDVI del 2006



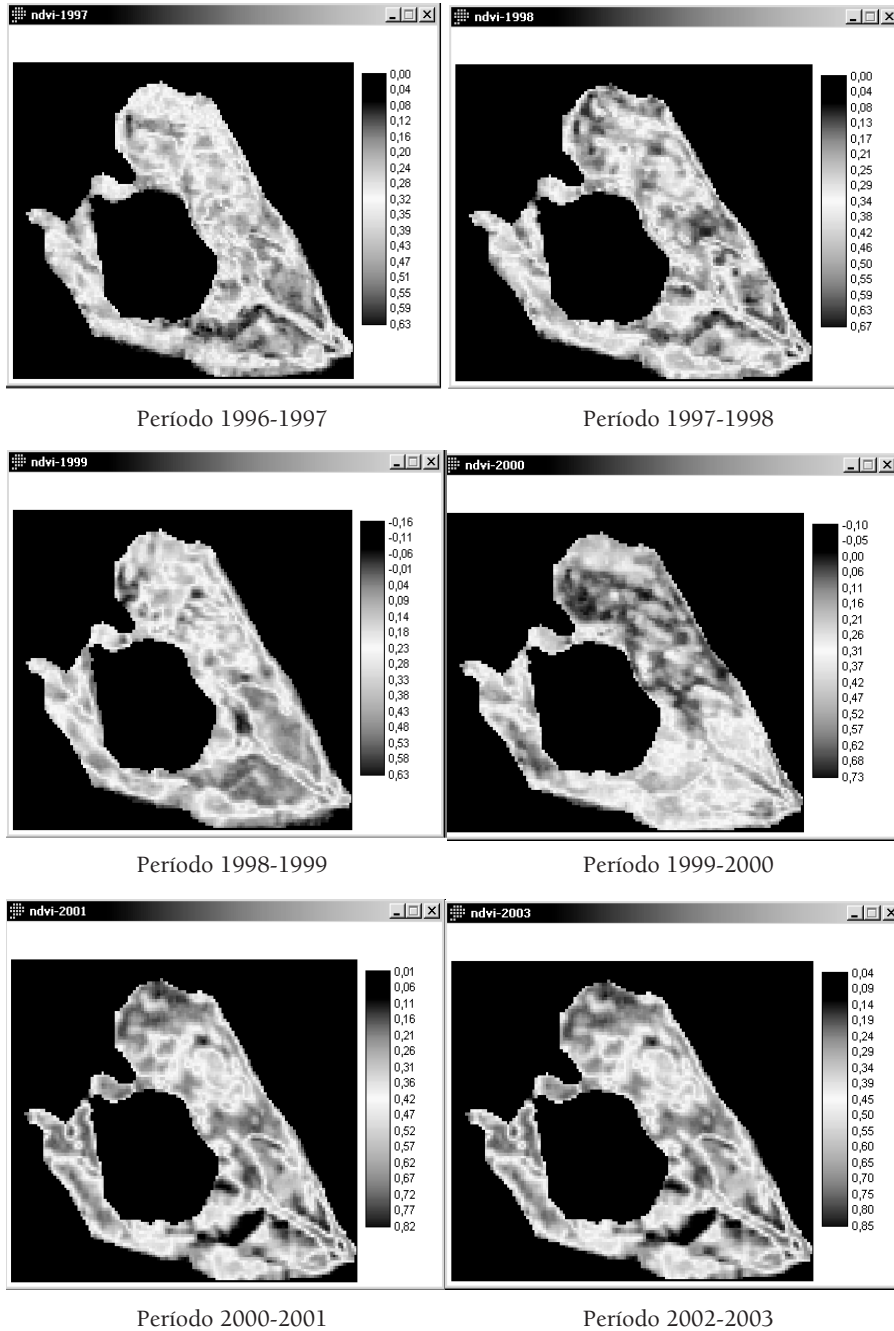
Zona 1: Domina estepa de *Mulinum spinosum*, *Stipa speciosa* y *Festuca scabriuscula*.

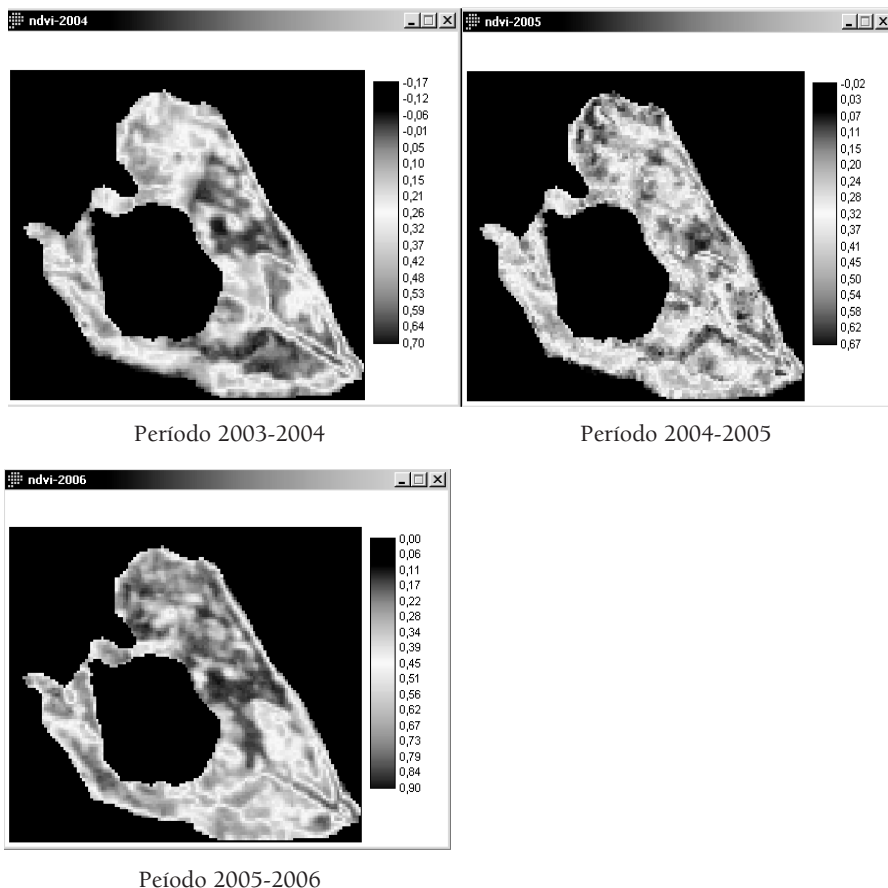
Zona 2: Domina estepa de *Festuca scabriuscula*, *F. pratensis*, *Poa pratensis*.

Zona 3: Domina *Juncus lesueurii* y especies anuales.

Zona 4: Domina *Juncus lesueurii*, *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Trifolium repens*, *Medicago lupulina* entre otras.

Figura 6. NDVI de los años en estudio





La figura 6 muestra el resultado de la aplicación del NDVI a las bandas 3 y 4 del satélite Landsat TM en la serie de años considerados. Las zonas más oscuras dentro del mallín corresponden a vegetación de baja cobertura y vigor que van gradando a tonos más claros a medida que aumenta la actividad fotosintética y calidad forrajera. Se observan las diferencias entre años secos 1996-1997, 1997-1998, 1998-1999; medios 1999-2000, 2000-2001, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005 y el período húmedo 2005-2006.

Los gráficos 5, 6, 7 y 8 presentan el comportamiento de los índices en cada una de las zonas del mallín y la marcha de la fusión de la nieve en la serie de años. Se observa el nivel de correlación de los índices con la marcha de la fusión nival.

Gráfico 5

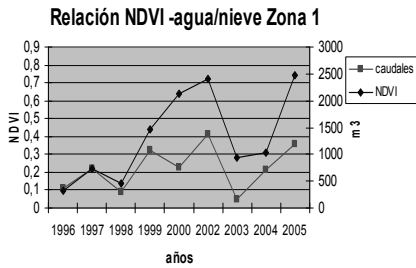


Gráfico 6

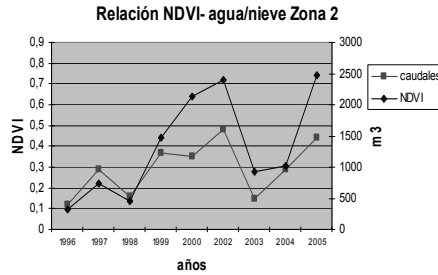


Gráfico 7

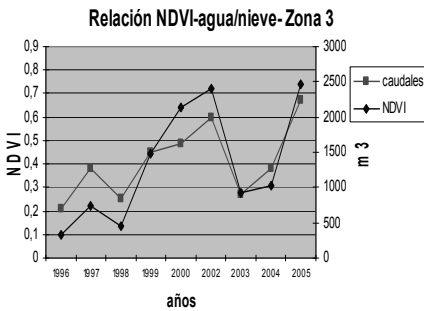
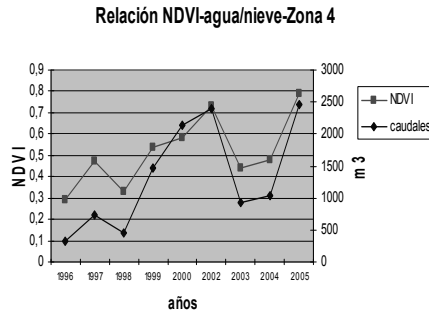


Gráfico 8



El cuadro 1 presenta el comportamiento los valores de agua nieve en el período octubre/febrero en la serie de años consideradas. Al final de los cuadros se muestra el coeficiente de correlación de cada zona.

Cuadro 1

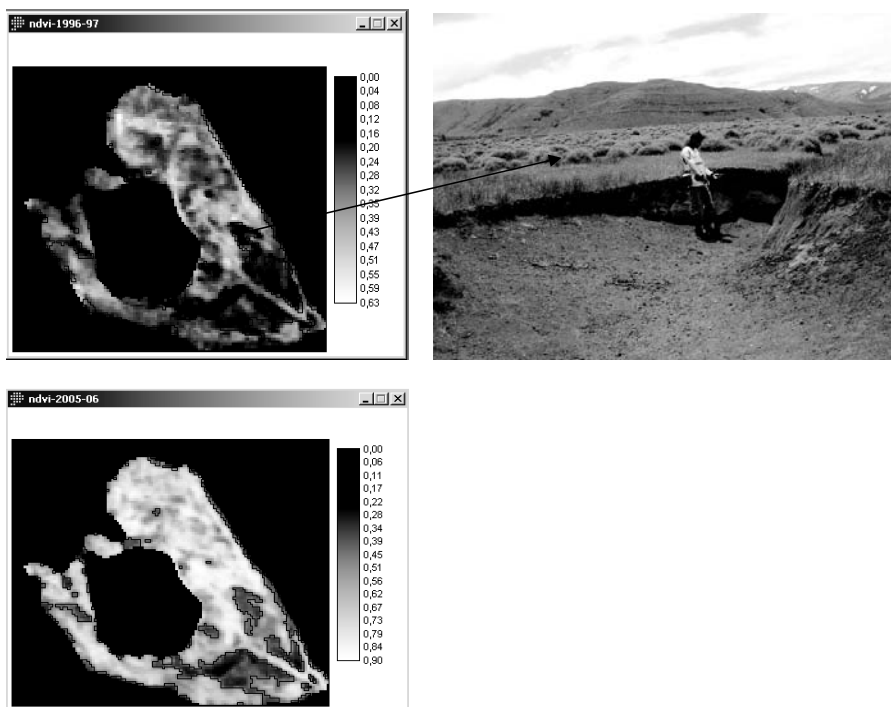
Agua nieve en el período octubre-febrero											
	zona 4			zona 3			Zona 2			zona 1	
1996	0,37	319	1996	0,29	319	1996	0,24	319	1996	0,11	319
1997	0,47	733	1997	0,38	733	1997	0,29	733	1997	0,22	733
1998	0,33	452	1998	0,24	452	1998	0,11	452	1998	0,09	452
1999	0,54	1470	1999	0,45	1470	1999	0,37	1470	1999	0,20	1470
2000	0,60	2141	2000	0,51	2141	2000	0,39	2141	2000	0,25	2141
2002	0,63	2394	2002	0,54	2394	2002	0,40	2394	2002	0,28	2394
2003	0,47	930	2003	0,30	930	2003	0,18	930	2003	0,08	930
2004	0,48	1026	2004	0,38	1026	2004	0,29	1026	2004	0,21	1026
2005	0,79	2470	2005	0,67	2470	2005	0,52	2470	2005	0,36	2470
CC		0,955			0,941			0,825			0,795

#### 5.4. Interpretación de las zonas definidas en la reclasificación

**Zona 1:** Las imágenes y los valores de NDVI manifiestan el comportamiento espectral de acuerdo a la variación de cobertura y vigor vegetal de esta zona, entre períodos secos y húmedos. (Cuadro 1, Figura 6). En 1996, período extraseco, la cantidad de agua nieve de fusión registró un valor de 319 mm (el 17% de lo que en promedio es normal). Las lluvias para ese año fueron entre octubre y febrero de 93 mm. El NDVI osciló en la zona 1 entre un mínimo de -0,08 a un máximo 0,53 con una media de 0,11, cuando el promedio en años medios como el período 2000/2001 el mínimo es de -0,09 y el máximo de 0,71 con un promedio de 0,32.

En el período húmedo 2005-2006 el mayor aporte de agua a la cuenca por la fusión de la nieve primaveral (2470 mm), sumada a la cantidad de agua caída entre los meses de octubre-febrero (160 mm), incrementa los índices de vegetación a 0,36 como promedio.

Figura 7



NDVI de febrero de los años 1997 y 2006. En recuadro, la zona 1. Se pueden ver las tonalidades más oscuras en la imagen del año 1997, período extraseco en relación a años húmedos (2006). En el centro de la fotografía se observa la vegetación de esta zona.

Esta zona representa los sectores periféricos del mallín en contacto con la estepa circundante o en sectores microtopográficos de mayor altura dentro del mismo (fotografía 3). Está definida por dos estratos de vegetación, a veces no muy bien diferenciados entre sí. El primero de altura media 0,40 m dominado por *Mulinum spinosum*. En el segundo estrato se ubican dos especies co-dominantes: *Stipa speciosa* y *Festuca scabriuscula* con alturas medias de 0,20 m. Se observó que esta zona presenta un porcentaje de anuales importantes que oscilan en 10-15 %, entre ellas: *Bromus tectorum*, *Vulpia megalura*, *Rumex acetosella*, *Triptilion achillae*. Toda la unidad tiene actividad ganadera, esto se refleja en especies indicadoras de acción antrópica como son: *Lactuca serriola*, *Thapsus baccata*, *Erodium cicutarium* y *Cirsium vulgare*.

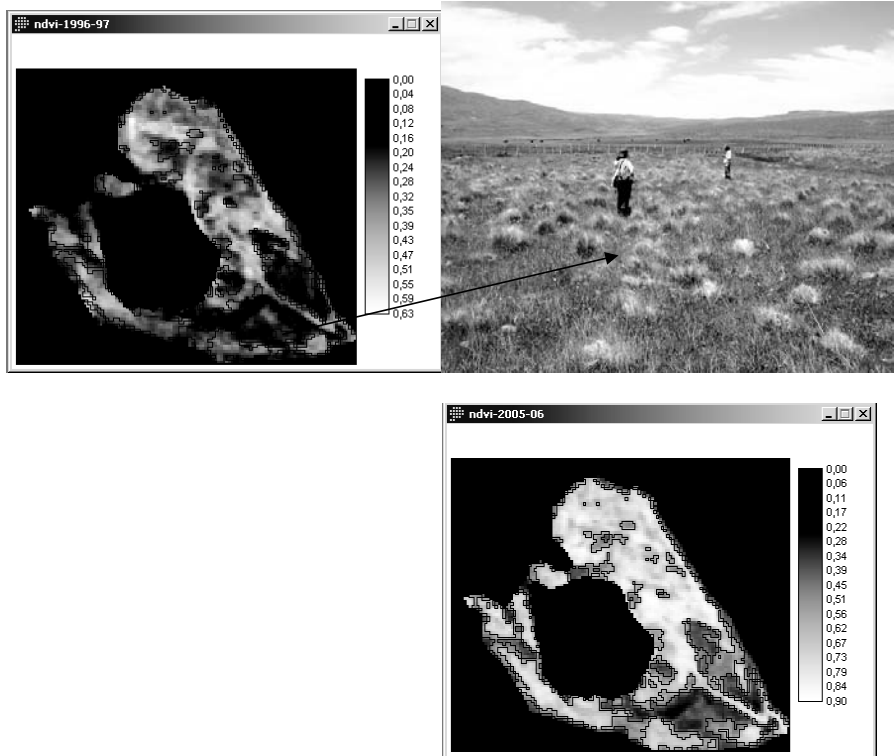
Del comportamiento espectral obtenido en los NDVI y las salidas al terreno muestran que se trata de sectores con importante proporción de suelo desnudo y con escasa humedad. Aunque el coeficiente de correlación entre índice de vegetación-fusión es más bajo que el de las restantes zonas (coeficiente de correlación 0,77), sin embargo en periodos húmedos se observa una ligera mejoría de la vegetación por la presencia de anuales. En el gráfico 8 se puede observar cómo se correlacionan las curvas entre años secos y húmedos, con el comportamiento de la fusión y de las lluvias. De la interpretación visual de las imágenes (figura 7), surge claramente el año 2005 como en el que en mejor estado se encuentra la vegetación en esta zona y que en 1996 la vegetación presenta un gran estrés hídrico.

**Zona 2:** Estos sectores, muy importantes desde el punto de vista forrajero, se encuentran topográficamente menos elevados que la zona anterior y se presentan como perímetros irregulares dentro del mallín. El hecho de presentar la capa freática más cerca de la superficie proporciona, por capilaridad, humedad edáfica para la instalación de una flora mesofítica. De allí que los NDVI presenten mayores valores que la zona anterior. La composición florística está compuesta por: *Festuca scabriuscula*, *F. pratensis*, *Poa pratensis*, *Hordeum comosum*, *Juncus lesueurii*, entre otras. *Festuca scabriuscula* varía su porcentaje de cobertura entre el 5-35%, de acuerdo a la profundidad y disponibilidad de humedad del suelo (véase la figura 8). En el cuadro 1 y gráfico 6 se pueden observar las diferencias entre periodos húmedos y secos y la correlación que existe con la fusión (coeficiente de correlación de 0,825).

El período extraseco tiene índices que varían entre -0,02 y 0,48 con una media en los 0,12, mientras que el período húmedo tiene valores entre 0,44 y 0,58 con 0,52 de promedio (figura 9).

Cabe acotar, de acuerdo a la clausura realizada en esta zona, que el crecimiento anual de las matas de *Festuca* (principal forrajera), es sumamente

Figura 8



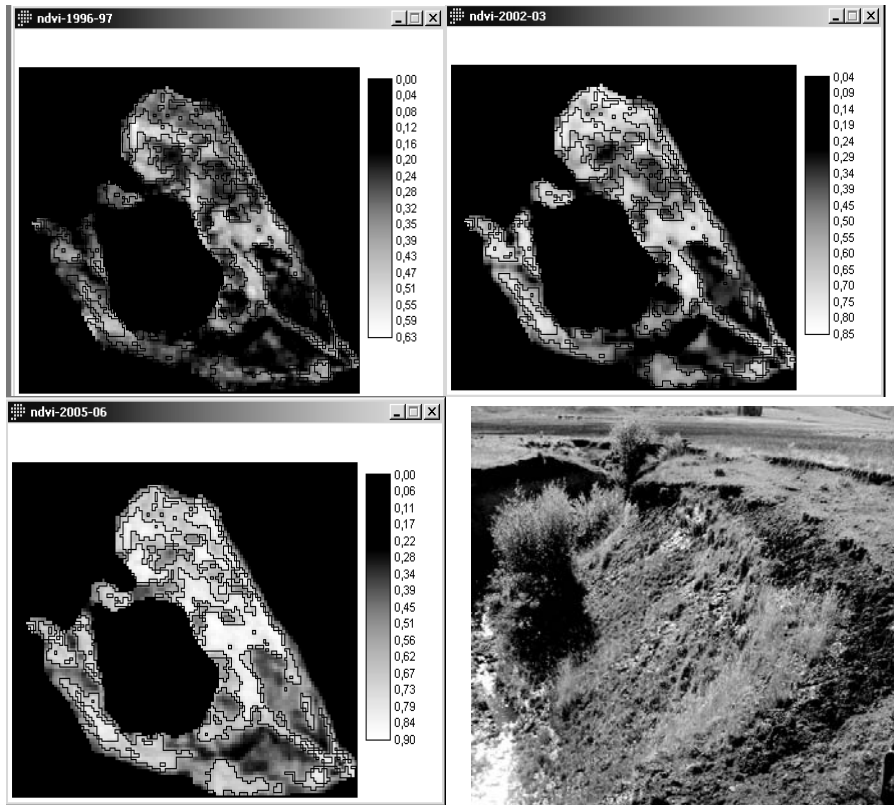
Se muestra los NDVI de años contrastantes en cuanto a la humedad 1996 y 2005. En recuadro, la zona 2. La fotografía muestra la fisonomía de estos espacios.

lento, por lo que una actividad ganadera elevada la expone a procesos de degradación severos.

**Zona 3:** Con un relieve plano, la vegetación de esta zona no difiere marcadamente de la zona siguiente (zona 4). Domina *Juncus leseurii* que usufructúa el agua de la capa freática, ubicada a mayor profundidad y numerosas anuales entre las que se puede 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 de esta zona. Por otra parte se registra la presencia de *Stipa speciosa* en algunos sectores, en particular, en el borde de las cárcavas, donde la humedad edáfica es muy deficiente ya que éstas actúan como drenes naturales del mallín provocando importantes cambios de humedad edáfica en el suelo y en la vegetación que aparece.



Figura 9



En esta zona los períodos secos muestran la disminución del NDVI. Para el período extraseco se encuentra entre 0,05 y 0,59 con un promedio de 0,29 mientras que en el año húmedo está entre 0,43 y 0,75 con una media de 0,67. En los períodos medios como el 2002 oscila entre 0,10 y 0,73 con un promedio de 0,54. El gráfico 7 muestra el comportamiento espectral y en las imágenes del NDVI se puede comparar visualmente el comportamiento de estas zonas en los 3 períodos (figura 9).

**Zona 4:** Corresponde a zonas planas caracterizadas por un escaso valor de la pendiente. 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 estos sectores presentan un sistema de canalización para riego complementario (véase la fotografía 5). 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. Conjuntamente con ella crecen un importante número de especies introducidas o naturalizadas de alto valor forrajero, entre las cuales se puede citar: *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Trifolium repens*, *Medicago lupulina* entre otras.

Los valores del NDVI de los períodos secos 1996, 1997, 1998 (véase el cuadro 1) muestran la pérdida de cobertura y vigor de la vegetación como consecuencia de la falta de agua de riego y la profundización de la capa freática. El año 1996-1997 el NDVI oscila entre 0,2 y 0,55 con un promedio de 0,29. Mientras que los dos años secos restantes tienen índices que varían entre 0,14 y 0,66 (1997-1998) y 0,1 y 0,63 (1998-1999) con promedios de 0,47 y 0,33 respectivamente.

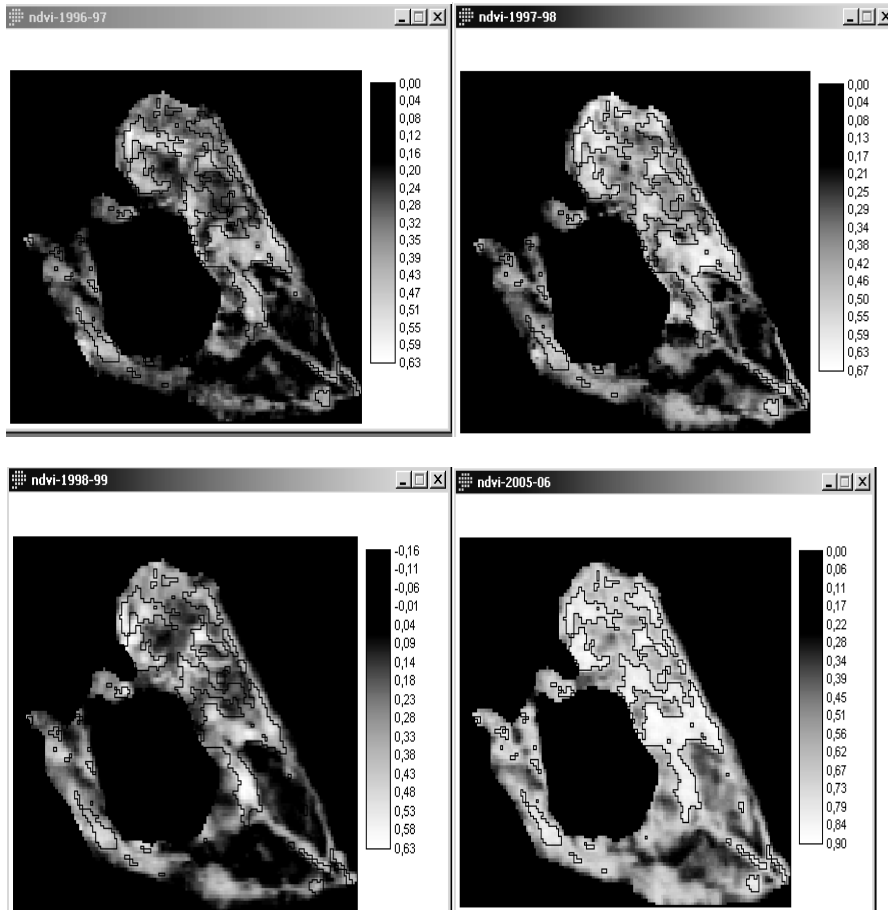
El NDVI del período húmedo muestra las diferencias con los demás años como consecuencia del aumento de la cobertura vegetal por el incremento de agua de riego y el ascenso de la capa freática. El NDVI mínimo es de 0,75 y el máximo de 0,9 con un promedio de 0,79.

Desde el punto de vista espectral la disminución de los índices se atribuye a la diferencia en la composición florística. Por un lado el porcentaje de forrajeras (*Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Trifolium repens*, etc.) se ve afectado y disminuido durante el período seco. Por el otro lado *Juncus lesueurii* mantiene



Vegetación de la zona 4. Se observa el sistema de canalización para riego

Figura 10



En la zona 4 (delimitado) se observa el aumento de tonalidades claras en los años con mayores precipitaciones.

relativamente el verdor por el usufructo de agua de la freática a través de sus rizomas, pero no tiene el vigor vegetal que en el período húmedo. En la fotografía de la página anterior se observa la canalización del flujo de agua en esta zona.

## 6. Conclusiones

Existe una relación directa entre períodos húmedos y secos o el adelantamiento o retraso de la fusión de la nieve con el comportamiento espectral de la vegetación.

El nivel más alto de correlación entre fusión-índice de vegetación se observa en las zonas 1 y 2, lo que marca el efecto del agua de riego y el comportamiento de la capa freática sobre la vegetación en esos sectores.

El manejo del agua dentro del mallín, a pesar de ser importante para la producción de forraje y la generación de nuevas áreas de pastoreo, en épocas de gran escorrentía genera procesos de erosión hídrica importantes, al aumentar el carcavamiento y disminuir el nivel de la capa freática.

Es importante el buen manejo de los sectores periféricos del mallín, ya que las especies forrajeras presentes manifiestan un crecimiento sumamente lento, y son muy fáciles de degradar.

Existen sectores del mallín con una productividad importante desde el punto de vista forrajero que no ha podido ser detectada con claridad, dada la resolución espacial de la misma. Para ello se debería utilizar otro tipo de instrumento en combinación con la imagen del satélite Landsat, tal es la imagen de radar que tiene una mayor resolución espacial.

La interrelación entre información satelital e hidrológica es una buena herramienta para planificar la carga ganadera en estos ecosistemas, a fin de hacer más eficiente el uso del recurso y no llegar a procesos de degradación irreversibles.

## 7. Agradecimientos

Se agradece a CONAE (Comisión de Actividades Espaciales de Argentina) por las imágenes satelitales Landsat cedidas a este proyecto.

## 8. Bibliografía

- AIC: Informe hidrometeorológico. Años: 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005. Cipolletti, Argentina.
- BLESKOW, A. *et al.* (1990): Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la provincia del Chubut, Puerto Madryn, 140 pp.
- CABRERA, A.L. (1979): «Regiones fitogeográficas argentinas» en *Enciclopedia argentina de agricultura y ganadería*, tomo II, fasc. 1, Ed. ACME. 2.<sup>a</sup> ed. Buenos Aires, 85 pp.
- BONVISSUTO, G. y R. SOMLO (1997): *Guías para la condición para los mallines de cordillera, sierras y mesetas*. INTA-EEA, Bariloche, 26 pp.
- CHUVIECO, E. (1996): *Fundamentos de teledetección espacial*, Ed. Rialp, Madrid.
- FIORIO D. (1997): «Manejo del agua en mallines», *Presencia*, año XI. N.º 41, Buenos Aires, pp 19-23.

- GANDULLO, R. y, P. SCHMID (2001): «Análisis ecológico de mallines del parque provincial Copahue, Neuquen, Argentina», *Agro Sur*, julio, vol. 29, n.º 2, pp. 83-99.
- GILABERT, M.(1990): A simple geometrical model for analysing the spectral response of a citrus canopy using satellite images. (Int. J. Remote Sensing).
- HORNE F. *et al.* (1998): Recursos hídricos y mallines patagónicos. Facultad de Ciencias Agrarias. UNco. Cinco Saltos. 67 pp.
- LEANZA H. (1985): Hoja 36b Cerro Chachil. Servicio Geológico Nacional argentino. Inédito. 53 pp.
- NAKAMATSU V. (1998): Mallines, Valles y áreas riverañas. Consultoría DHV-SCC SEDFOREST. Modulo Deressertificación. Chubut. 11 pp.
- PENA, O, *et al.* La variabilidad climática y su efecto sobre la capacidad forrajera de un mallin. Boletín Geográfico N° 25. Universidad Nacional del Comahue. pp. 11 a 27.