

Estas formas eólicas, frecuentes en las planicies aluviales, también han sido reconocidas por Laya (1984).

Otro fenómeno particular donde se combinan la erosión eólica e hídrica lo constituyen los "bajos" de variada forma y tamaño. Se presentan generalmente en la planicie aluvial antigua (Gonzalez Diaz et. al, 1984) y se diferencian según su tamaño en bajos mayores y menores.

Los primeros tienen más de 1 Km de diámetro y son profundos. Su fondo está constituido por materiales finos (limos y arcillas), impermeables y salinos; que posibilitan la acumulación de agua por períodos efímeros a través del escurrimiento superficial.

Los segundos son de menor tamaño y profundidad y se desarrollan sobre un manto de piedra, sobre el cual se sobre-impone una acumulación de depósitos finos y salinos.

El origen de estos bajos ha merecido diversos trabajos. En general la hipótesis más sostenible está asociada a los fenómenos de deflación, iniciados en la zona deprimida (paleocauces) de la llamada antigua planicie aluvial, cuya edad no está aún bien definida (se puede ubicar entre el Plioceno y Cuaternario, en la Fm. Bayo Mesa).

Los cambios permanentes que se producen en el nivel de base local, acrecientan los efectos de la erosión hídrica y los deslizamientos menores, que se ven favorecidos por la presencia de altos contenidos salinos, eliminando de esta forma la vegetación del fondo de los bajos.

A partir de la Japonesa-Chelforó, hacia el oriente, suelen mostrarse un sistema de cañadas que culminan en un bajo. Las explicaciones de naturaleza geomórfica dada por Gonzalez Diaz et al. (1984), indican o bien un desplazamiento de los cauces de los Rios Colorado y Negro (punto

más cercano de ambos cauces), o aun cambio de relieve que afecta a los niveles locales.

Los mecanismos de formación de bajos, citados precedentemente, son comunes también a otras geofomas agradacionales eólicas de diversos tipos, como ser: lenguas, engrosamientos, montículos, médanos de arena y arcilla; estudiados por diversos autores (Laya, 1984; Movia, 1984; Montheit, 1969).

Los llamados depósitos eólicos, unicamente se presentan en los ambientes costeros, en una faja que se extiende al norte del balneario de Las Grutas, aunque en algunos sectores penetran profundamente en el continente.

La actividad de estos médanos parece guardar una vinculación estrecha con diversos tipos de formas. Aquellos estabilizados, adoptan una configuración parabólica o de horquilla; mientras que los activos, cuya presencia es menor, muestran un desarrollo dominante en dirección perpendicular a los vientos dominantes.

Tomando en consideración las experiencias de los diversos autores citados precedentemente, se puede explicar que los procesos con una dinámica más o menos activa se concentran en geofomas inestables, pero expresando con Laya (1984) que éstos resultan de menor expresión areal que lo ocurrido en un pasado reciente (no más allá de unas decenas de años).

Diferentes estudios de suelos se han realizado en la Provincia para distintos fines (riego, pastoreo, forestación). En el listado Maestro de Suelos (CFI-INTA, 1987) se presenta una síntesis de todos los trabajos referidos al tema. (lugar, superficie, escala, tipos de mapas, clasificación, etc.)

El documento más completo y actualizado al respecto se halla en el "Atlas de suelos de la República Argentina" (1990). La escala del mapa de suelos en dicha publicación es de reconocimiento o baja intensidad (1:500.000) y que sirve como marco de referencia para el análisis de este factor natural.

Del conjunto de características de los suelos relacionados con los procesos de desertificación (erosión hídrica, eólica y salinización principalmente), surge una correspondencia estrecha entre la erosión hídrica y aquellos suelos afectados por sodicidad y/o salinidad; muy elocuente en las unidades cartográficas compuestas por Natrargides y/o Torrifluventes sódicos y/o salinos.

Los Natrargides están presentes en las zonas 4, 5, 6, y 7 del cuadro n° 2, áreas donde el lavado climático es poco efectivo, ya sea por escasas precipitaciones y/o distribución de las mismas tendiente al ústico.

Más hacia el oeste, las propiedades de los suelos que dificultan el movimiento del agua en el perfil, como ser la anisotropía física (presencia de horizonte argílico) en los Argixeroles, aumenta el escurrimiento en las laderas luego de copiosas lluvias y con ello los riesgos de degradación por erosión hídrica y/o fenómenos de remoción en masa.

Estos suelos pueden ver acentuados dichos peligros al realizarse riegos suplementarios no controlados (mallines artificiales) y con alta carga animal (erosión en surcos y pequeñas cárcavas).

Todos los cuerpos edáficos afectados en algún grado por erosión eólica actual, presentan una composición granulométrica franco-arenosa a arenosa en el horizonte superficial. Incluso algunos suelos con moderados contenidos de materia orgánica, como lo son los Paleargides petrocálcicos de la Unidad Cartográfica DEpa-3, los Paleargides xerólicos de la Unidad DExo-1, o con moderados contenidos como los Haplumbreptes páquicos de la Unidad IWpq-1, susceptibles de ser transportados por los fuertes vientos frecuentes en la zona.

El régimen hidrotérmico de los suelos, es quizás una de las características más importantes al tomar en consideración el fenómeno de la desertificación. Si bien los aspectos climáticos permite, como lo hemos visto anteriormente, definir las regiones desde ese punto de vista, el modelo edafo-climático ajusta con mayor precisión la oferta y demanda de la humedad aprovechable para la productividad de los ecosistemas.

Los trabajos de Scoppa et al. (1981,1984) presentan las características de los regímenes hidrotérmicos de los suelos para la Provincia de Rio Negro. Con estos datos se ha confeccionado el cuadro n° 2, donde se diferencian en forma esquemática siete (7) zonas con sus correspondientes regímenes hidrotérmicos.

En dicho Cuadro se exponen las modificaciones realizadas al trabajo antes citado, en cuanto a la clasificación de los edafoclimas se refiere, habida cuenta de los errores de interpretación en la definición de los términos que conlleva a la aparición del régimen ústico de humedad en la región occidental de la provincia, cuando la distribución de las lluvias en esa zona es de tipo mediterráneo. Algo similar ocurre pero a la inversa, al referirnos a la zona oriental de la provincia.

CUADRO N° 2  
RÉGIONES HIDROTÉRMICAS DE LOS SUELOS

Característica del regimen hidrotérmico de los suelos	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7
Máximo de días que la sección de control de humedad (S.C.H.) está húmeda, en el año	+ de 330	+ de 120 - de 330	- de 30 - de 120	+ de 30 - de 60	- de 30	+ de 90 - de 120	+ de 120 - de 150
Máximo de días que la S.C.H. está seca después del solsticio de verano	- de 30	+ de 30 - de 90	+ de 60 - de 90	+ de 60 - de 120	+ de 120	+ de 90 - de 120	+ de 60 - de 120
Máximo de días que la S.C.H. está húmeda después del solsticio de invierno	+ de 120	+ de 90 - de 120	+ de 60 - de 90	+ de 30 - de 60	- de 30	- de 30	- de 30
Máximo de días consecutivos en que la S.C.H. está húmeda cuando la temperatura es mayor de 8°C	+ de 180 - de 210	+ de 150 - de 180	+ de 120 - de 150	+ de 30 - de 120	+ de 30 - de 60	+ de 60 - de 120	+ de 30 - de 60
Período en que la temperatura es mayor de 8°C	+ de 180 - de 210	+ de 210 - de 240	+ de 240 - de 270	+ de 240 - de 300	+ de 300 - de 330	+ de 300 - de 330	+ de 300 - de 330
Regimen hidrotérmico de los suelos	Údico y mé- sico criyí- co en las cumbres y laderas e- levadas	Xérico y mesico con sectores mas res- tringidos de criyico	Arídico mínimo y mesico	Arídico tí- pico y me- sicos	Arídico má- ximo y tér- mico	Arídico tí- pico y tér- mico	Arídico mí- nimo (cer- cano al Us- tico) y tér- mico

Estas confusiones, lamentablemente se trasladan a la clasificación taxonómica de los suelos, como se observa en el mapa de suelos de la Provincia de Rio Negro, publicado en el "Atlas de Suelos de la Republica Argentina" (1990).

Salvada esta situación y definidos correctamente los términos podemos decir que para un sistema de uso de la tierra como el pastoreo extensivo en secano, la oferta de forraje está en función principalmente del número de días húmedos con temperaturas mayores a 8°C. Esta posibilidad se ofrece favorablemente en las regiones 6 y 7, con menor importancia en la región 2 y 3 y es insignificante en la región del centro.

Esta oferta agroecológica dada por la humedad y la temperatura de los suelos, permite que en años de sobreoferta (húmedos) aumente rápidamente la carga de animales, como ha sucedido en el este de la provincia a principios de siglo. Debe resaltarse que en 1908 Rio Negro presenta el valor más alto hasta el presente en número de cabezas, contabilizándose 5.190.149, para ese período.

A partir del año 1903 hasta 1909 sobrevino un ciclo de sequía de carácter catastrófico que hizo reducir el número de cabezas casi en un 50% (3.262.054) en 1914. A título de ejemplo, tomando para Maquinchao la serie de 1903-1914 nos da una precipitación promedio de 147 mm; mientras que para el período 1906-1908 dicho promedio fue de sólo 57 mm.

Para el regimen de humedad xérico, (lluvias de invierno), que se distribuye en suelos de la región 2 y 3 principalmente, Mendia (1990) establece una relación entre los días húmedos con temperatura del suelo mayor a 8°C y la sumatoria de las lluvias invernales, de la siguiente forma:

$$Y = 53,12 \cdot \sqrt[4]{x} - 103,44$$

y = N° de días con humedad aprovechable y temperatura de 8°C.

x = Sumatoria de las precipitaciones de las lluvias de junio, julio y agosto.

Al analizar los factores antropogénicos, debemos ubicar al sobrepastoreo como el de mayor incidencia en la región.

Numerosos investigadores han definido al sobrepastoreo como el causante principal de la degradación de las tierras en Patagonia (Amigo, 1965; Soriano, 1952, 1956; Borelli et al. 1985; Aguiar et al.; 1987, Mendia, 1990).

Ordenar las causas que originan el sobrepastoreo, sin restarle importancia a cada una de ellas, es tarea difícil y no del todo bien conocidos sus mecanismos.

Una de las discusiones se orienta hacia la capacidad de pastoreo de las tierras y la carga animal que soporta durante un determinado período. Diversas metodologías pueden plantearse para determinar, lo más ajustadamente posible, la capacidad de pastoreo. Recientemente Mendia (1991) ha presentado una puesta a punto de las diferentes propuestas para evaluar las tierras para el pastoreo en Patagonia, sus alcances y limitaciones.

Quizás y por resaltar una de las dificultades en la evaluación, la presencia de la estacionalidad de los pastos obliga al movimiento de la hacienda hacia distintas ofertas de forraje. Esta diferencia potencial de capacidad de forraje que brinda los campos de veranada y de invernada, hace que en determinados momentos se tenga más hacienda que la que permiten los campos de menor receptividad (invernada) y comiencen los problemas de sobrepastoreo.

Esta situación se compromete si el campo en referencia no tiene posibilidades de estacionalidad y el ganado debe permanecer todo el ciclo a campo "cennado", por ejemplo en el mismo valle.

Ya a principios de siglo, Willis (1914) señalaba para los campos de la Patagonia, en especial en el sector occidental de la Provincia de Rio Negro, el pastoreo desordenado y descuidado, por no realizar una adecuada trashumancia.

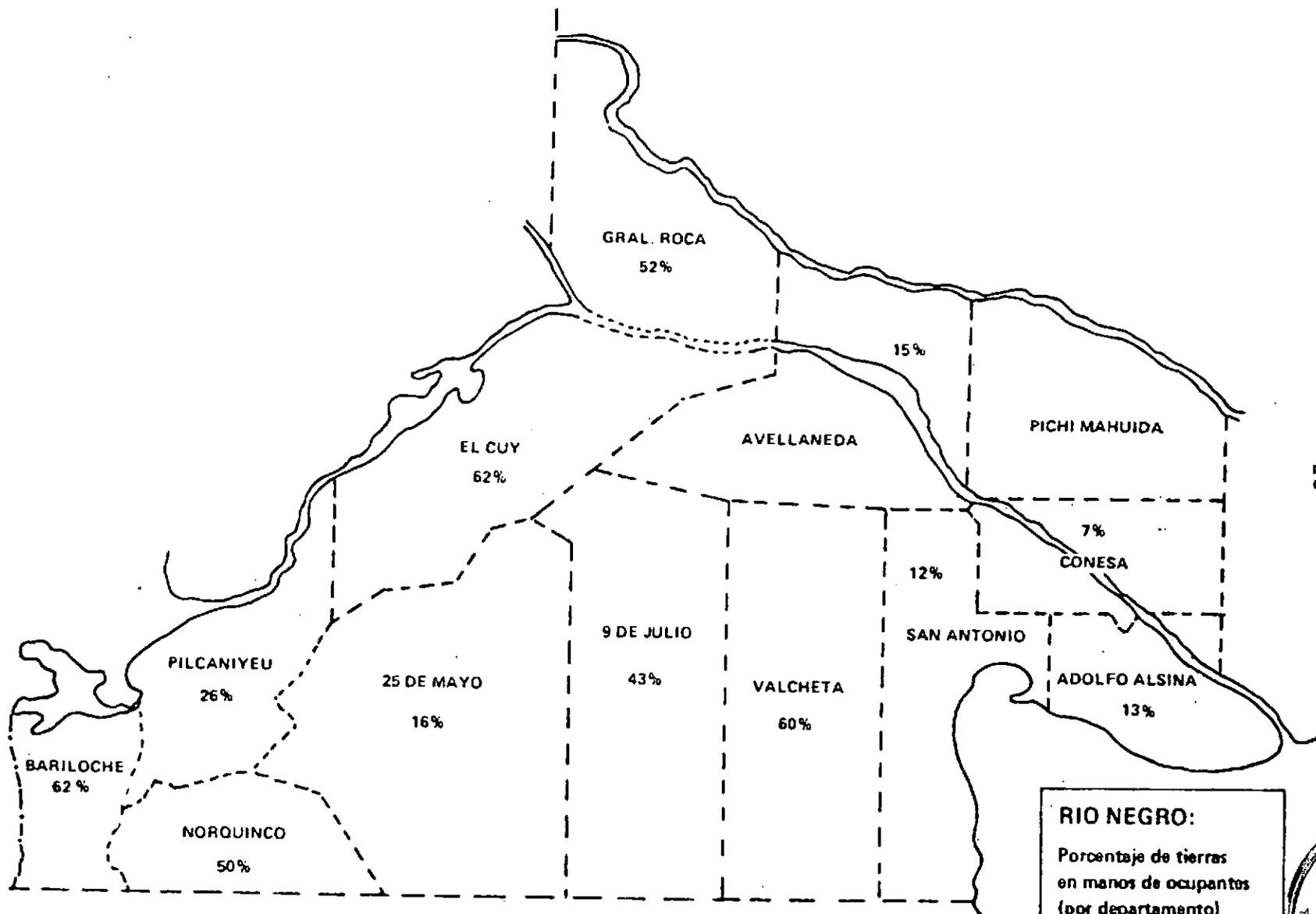
Amigo (1965) y Wardop (1970), relacionan la mayor actividad del sobrepastoreo con campos de menores dimensiones. Esta situación la explica Soriano (1952) en Chubut, donde ... "los potreros no se los deja descansar...." Esto vale para las estancias grandes y por supuesto y con mayor razón para los pequeños pobladores".

Mientras que los establecimientos mayores pueden lograr un beneficio neto, aún con una baja producción individual, debido al gran número de animales; el pequeño debe remediar esta realidad aumentando la cantidad de animales por encima de la capacidad de pastoreo óptima y favoreciendo los procesos de degradación a causa del sobrepastoreo.

Esta problemática se plantea a través de la "línea Sur", en la Provincia de Rio Negro, donde predomina la ganadería extensiva de monocultivo ovino-caprino, con neta característica minifundista. El 83% de los establecimientos agropecuarios se encuentran por debajo de las 5000 has. y el 40% con superficies de 1000-1500 has., lo que equivale a una receptividad de apenas 300-750 unidades de ovejas secas.

Abadie (1984), resalta que el verdadero meollo del problema de la desertificación en la Patagonia es el sistema de tenencia de la tierra. Recien solucionado este aspecto, señala el autor, se puede planificar actividades tecnológicas, crediticias y educacionales para evitar el sobrepastoreo y la degradación de las tierras.

MAPA N° 3



En la Provincia de Rio Negro, el tipo de tenencia se distribuye en un 60% propietarios, 10% arrendatarios y 30% ocupantes y a-parceros con permiso de hecho sin especificar. Esta repartición no parece en primera instancia, del todo indeseable.

Si analizamos la distribución de los 13 Departamentos riogrinos, como se observa en el Mapa n° 3, cinco de ellos tienen más del 50% de su superficie "ocupada".

Los aspectos económicos-sociales guardan una vinculación directa con el sobre pastoreo, ya que el estado actual de los pastizales y el grado de deterioro que pueden soportar, son la consecuencia no sólo de la carga actual, sino de su evolución de los últimos 5, 10 o 40 años.

Es así que los interrogantes esenciales relacionados con la presión antrópica sobre la cubierta vegetal refieren a:

- La dinámica estacional creada por incendios y sobrepastoreo, como lo demuestra la degradación de los pastizales de "bajo la Leona" (Pcia. de Santa Cruz), mostrando el grado de condición y los cambios de vegetación (Anchorena, 1985). Una explicación similar presenta Beeskow (1987) en Natrargides del Distrito Occidental, en la Provincia de Chubut. Por último, Lores et al. (1983) y Bran et al. (1988), señalan las especies claves de manejo para las zonas occidental y oriental, respectivamente, de la Provincia de Rio Negro y su vinculación con el sobrepastoreo.
- el impacto general de consumo de leña (rural y urbano). En ese sentido el abastecimiento de leña para la línea Sur proveniente del bosque de Ñire de la zona del Bolsón (principalmente del área del Foyel) es una experiencia que debería monitorearse, ya que son planicies glacifluviales con suelos que permanecen secos en el período estival y con susceptibilidad a ser degradados (Vitrandeptes típicos.)

- la evolución de la masa ganadera, en relación con el estado de la cobertura vegetal. Las experiencias del IADIZA, en el piedemonte mendocino, en parcelas experimentales, demuestran estrechas entre el cambio de peso corporal, grado de cobertura y procesos de erosión hídrica y sedimentación, en caprinos (Pedrani et al., 1990).

- la evolución de los distintos medios de subsistencia del poblador, o sea todas las fuentes de empleo y de ganancias que pueden, hipotéticamente, contribuir a aliviar la presión ganadera.

- evolución e impacto de las condiciones del mercado que pueden actuar de manera contradictoria en la presión ganadera.

Esta presentación de las interrelaciones de los factores antropogénicos y los factores económicos-sociales, pueden quedar tipificadas al definir los tipos de utilización de la tierra (LUT).

El concepto de LUT representa un equivalente ampliamente generalizado del factor manejo en el uso rural de la tierra (FAO, 1972) y está caracterizado por determinadas propiedades o atributos. Caputo (1989) ha identificado 17 LUT, para el área Aluminé (Pcia. del Neuquén) seleccionando los siguientes atributos: sistema de tenencia de la tierra, tamaño de explotación/productor, uso, tipo de explotación ganadera, unidades de producción por productor, movimiento de hacienda.

En el cuadro n° 3 se resumen los atributos con sus clases.

Como conclusiones de este trabajo, se halla que el estado de degradación, principalmente por procesos de erosión hídrica y/o eólica, se vincula estrechamente con los LUT que incorporan tierras fiscales, crianceros residentes dentro o fuera de la cuenca y ganadería generalmen

CUADRO N° 3

Atributo	Clase	Definición
A. Sistema de Tenencia de la tierra	A1	Privado
	A2	Fiscal
	A3	Parques Nacionales
	A4	Arrendatarios
B. Tamaño de la explotación	B0	Única, <1000 ha
	B1	mediana, 1000-5000 ha
	B2	grande, 5000-15000 ha
	B3	muy grande, >15000 ha
D. Uso	D1	Forestal
	D2	Forestal-Ganadero
	D3	Ganadero
	D4	Forestal-Turístico
C. Tipo de explotación ganadera	E1	Bovina Pura
	E2	Ovina Pura
	E3	Caprina Pura
	E4	Mixta c/predominio bovino
	E5	Mixta c/predominio ovino
	E6	Mixta c/predominio caprino
F. Unidades de producción	F1	< 30 UGB
	F2	30 - 200 UGB
	F3	200 - 400 UGB
	F4	400 - 1000 UGB
	F5	> 1000 UGB
G. Movimiento	G1	Ciclo dentro del campo
	G2	Ciclo entre campos
	G3	Transhumancia corta
	G4	Transhumancia larga

te caprina.

Coincidemos con Bendini (1984) que la situación estudiada difiere del modelo clásico de latifundio-minifundio y del de comunidad cerrada, existe inserción dinámica en el mercado y existe relación con el sistema global. Pero debe haber una correlación sistemática de ambos resultados, diagnóstico ecológico (factores naturales) y diagnóstico socio-económico (factores antropogénicos), que permita una visión sintética del estado, velocidad y riesgo de la desertificación. Ello lo analizaremos al discutir los procesos de la desertificación.

Para el Proyecto FAO/PNUMA sobre la desertificación, existen por razones prácticas, siete procesos naturales o inducidos que originan la desertificación, ellos son:

- la degradación de la cubierta vegetal;
- la erosión hídrica;
- la erosión eólica;
- la salinización;
- el ecostramiento y la compactación del suelo;
- la disminución de la materia orgánica del suelo;
- la acumulación de sustancias tóxicas para las plantas o los animales.

Los cuatro primeros son llamados procesos determinativos principales; los tres últimos son subordinados. Los primeros se denominan así porque sus efectos están más extendidos y tienen mayor repercusión en la productividad de la tierra y en las condiciones de vida.

Según Movia (1984), para la evaluación de la degradación de la cubierta vegetal no se cuenta con cartografía publicada, aunque los trabajos de Soriano et al. y otros grupos de ecólogos, aportan una serie de informaciones sobre la dinámica de algunas comunidades, cambios sucesionales y mecanismos de reemplazo y de adaptación a las fluctuacioes

nes naturales o inducidas por el hombre. Para la estepa de coirón amargo del centro-oeste de Chubut (Soriano y Brun, 1973) proponen una escala de puntaje que permite determinar la etapa de degradación o el estado en que se encuentra. Una hipótesis sobre las etapas probables de degradación de la vegetación semiárida de la vegetación de Santa Cruz es presentado por esta autora (1974).

Existen diversas experiencias y observaciones sobre el paso de una estepa gramínea a un erial de cojines o a la arbustificación generalizada, así como hacia la estepa de cojines de abrojo, con grandes áreas de suelos desnudo y con invasión de neneo.

En general las formas de erosión suelen ser posteriores al deterioro cuali-cuantitativo de la vegetación y puede llegar a ser irreversible. En otros casos, en cambio, los procesos erosivos son tan rápidos que resultan simultáneos o anteceden la degradación de la cubierta vegetal. Como un buen número de microformas de erosión hídrica y eólica están directamente relacionadas con ciertas etapas de degradación de la vegetación, por lo tanto deben ser analizadas en conjunto.

Con respecto a los procesos de degradación por erosión hídrica y/o eólica fueron aportados por productores locales en 1945 y posteriormente tratados desde distintos ángulos por Soriano, Castro, Aguerre, Flannery, entre otros. Estos trabajos brindan estimaciones de superficies erosionadas y apreciaciones sobre la velocidad de avance de la erosión.

Monteith et al. en un informe titulado "Estudios sobre la erosión en la Patagonia" enfocaron el problema con mayor precisión a través de distintos tipos de relevamientos.

En el Cuadro nº 4 se indican las superficies afectadas por cada forma de erosión, discriminados por provincia y para toda la región. De esta forma se cuenta con una aproximación sobre la importancia de

Cuadro 4.4 TIPO, ACTIVIDAD, DENSIDAD Y SUPERFICIE DE LA EROSION EOLICA E HIDRICA EN LA REGION PATAGONICA

RIO NEGRO

CHUBUT

SANTA CRUZ

PATAGONIA

Tipo, actividad, densidad y superficie

	Area afectada km <sup>2</sup>	% afectado de la provincia	Area afectada km <sup>2</sup>	% afectado de la provincia	Area afectada km <sup>2</sup>	% afectado de la provincia	Area afectada km <sup>2</sup>	% afectado de la región
--	-------------------------------	----------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-------------------------

EROSION EOLICA  
Actividad de las lenguas:

Leve	1.310	1,71	510	0,31	12.970	7,38	14.820	3,62
Moderada	3.480	4,46	12.130	7,27	26.140	16,02	43.750	10,40
Severa	300	0,33	12.470	7,47	9.740	5,55	22.570	5,36
Muy severa	-	-	1.680	1,01	1.560	0,95	3.240	0,77
Subtotal	5.180	6,50	26.790	16,06	52.410	29,90	84.380	20,05

Densidad y superficie de médanos

Leve	250	0,31	100	0,06	1.210	0,70	1.560	0,37
Moderada	1.290	1,65	820	0,49	3.010	1,60	5.120	1,21
Severa	560	0,72	750	0,45	250	0,24	1.560	0,37
Subtotal	2.100	2,68	1.670	1,00	4.470	2,54	8.240	1,95
Dunas	230	0,29	560	0,33	200	0,11	990	0,24
Acumulaciones	130	0,16	550	0,33	350	0,19	1.030	0,24
Totales Erosión Eólica	2.780 9.410	5,63	29.570	17,72	57.430	32,74	94.640	22,48

EROSION HIDRICA  
Densidad y tamaño

Leve	120	0,16	230	0,13	190	0,11	540	0,13
Moderada	1.910	2,44	8.720	5,23	7.250	4,13	17.880	4,25
Severa	3.350	4,28	2.550	1,53	1.980	1,12	7.880	1,85
Total Erosión Hídrica	5.380	6,88	11.500	6,89	9.420	5,36	26.300	6,23

EROSION COMBINADA EOLICA - HIDRICA  
Manchones

Total erosión combinada eólica hídrica	140	0,17	1.790	1,07	360	0,20	2.290	0,54
Totales de todos los tipos de erosión	13.160	16,68	42.860	25,68	67.210	38,24	123.230	29,90

CUADRO N° 5

Clasificación de las formas de erosión

	Monteith, 1969	Movia, 1972	Castro, 1983
<u>EOLICAS</u>			
.acumulación/ deflación	"lenguas" (sand tongues)	lenguas . incipientes . de acumulac. dominante . de erosión dominante . mixtas	focos de erosión médano pavimento tipo A - B - C
. deflación dominante	manchones en laderas pavimentos	manchones (en ve gas hasta 1 ha) manchones en me setas y terraz. excavaciones y esculturas pavimentos de grava y pavim. arcillo- limosos	pavimentos 1 a 10 m2 incipientes manchones 100 m2 a 1 ha.
. acumulación dominante	médanos acumulaciones dunas (costa)	micro y macroacu mulaciones médanos y dunas mantos de arena hasta 50 cm prof.	acumulac. 1 m3 médanos: + de 1m3 hasta 70 cm de prof.
<u>HIDRICAS</u>			
	laminar cárcavas y socavación	laminar surcos, cárcavas barrancos embancamiento (huaiquerías?)	laminar surcos, cárca- vas embancamiento
<u>MOVIMIENTOS DE REMOCIÓN EN MASA</u>			
	Deslizamientos de talúdes y barrancas	terracetas, micro y macrodeslizam. asentamientos coladas de barro	-----

estos procesos y con un punto de referencia para la comparación temporal, como lo analizaremos más adelante.

Movia (1984), describe con detenimiento las principales formas de erosión que ocurren en la Patagonia y el uso del material aerofotográfico y de las imágenes satelitarias, sus alcances y limitaciones. En el cuadro n° 5 se presenta, a título de ejemplo la clasificación de las formas de erosión dada por diferentes autores.

Si bien las formas eólicas e hídricas suelen estar bien diferenciadas, existen áreas donde los procesos se superponen o uno es origen del otro. Por ejemplo, una cárcava cruzada con la dirección del viento puede generar un médano activo; los pavimentos pedregosos (reg) pueden presentar cárcavas, barrancos y erosión laminar.

La estimación de la gravedad de los procesos de degradación por erosión hídrica y/o eólica realizada por Monteith et al., se basan en el por ciento del área afectada y en la densidad y tamaño de las formas. Los parámetros de referencia no están bien definidos y provienen exclusivamente de la experiencia local, por lo que muchas veces la información resulta intransferible. Ello es especialmente evidente en los relevamientos más detallados con menor referencia regional.

Recientemente, Ferrer et al (1984) y Del Valle et al., (1984) han aplicado la metodología de la FAO (1980), propuesta para la evaluación de dichos procesos, tanto actual como potencial. Los resultados de la experiencia, para todo el ámbito de la provincia del Neuquén y de Chubút, respectivamente, son muy satisfactorios.

La degradación de la tierra por salinización, consiste en la acumulación de sales solubles en el suelo, superficial y/o en profundidad y que provoca la disminución de la productividad. En esta categoría se incluye la concentración de sodio cambiante. Las depresiones cerradas

en las regiones áridas son generalmente salinas, un ejemplo son los "bajos" cuya génesis fue explicada anteriormente, al referirnos a los aspectos geomórficos (factores naturales).

Los suelos salinos naturales superan ampliamente en extensión a los suelos salinos artificiales (salinización secundaria). Es así que para todo el ámbito provincial, los primeros ocupan el 26% de su superficie, aunque en lo que a desertificación se refiere, presenta mayor interés la salinidad antropogénica que se produce en las áreas de riego.

En la Provincia de Río Negro, de las 117.106 has. regadas, 46.243 has. se encuentran afectadas por salinidad en algún grado (39% del total regado). A ello debe sumarse los problemas por drenaje, debido fundamentalmente al sistema deficiente de su infraestructura.

#### ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES

De acuerdo al Proyecto PNUMA-URSS de Plan de Lucha contra la Desertificación, se puede estudiar la desertificación mediante un análisis comparativo de dos estados diferentes. En ese sentido dos caminos se presentan:

- Comparación del estado de dos territorios diferentes al mismo tiempo (método sincrónico);
- Comparación del estado de un mismo territorio en diferentes momentos (método diacrónico).

Con el primero se obtiene un inventario, una caracterización y grados de manifestación del fenómeno, por medio de la comparación de iguales tipos de utilización de la tierra.

Con el segundo, estamos en condiciones de determinar la clase y la velocidad de la desertificación, tomando en consideración el intervalo de tiempo (nunca menor de 5 años).

Abraham de Vázquez (1989), discute compatibilizar las dos dimensiones: temporal y espacial en los estudios sobre desertificación. Para evaluar la información histórica propone la utilización de técnicas de la Geografía histórica, Climatología histórica y aplicando los análisis de contenido para calibrar la percepción de los observadores del pasado. En los casos tan comunes, como en nuestro país, que no existe información histórica, o cuya extensión es muy reducida en el tiempo, puede complementarse con los datos aportados por la Arqueología.

Para aprehender la dimensión espacial de los procesos de la desertificación es necesario remitirse a los estudios paisajísticos y cronológicos que brindarán la primera fuente de información que permite el posterior análisis de los factores naturales y antrópicos.

El análisis de la desertificación y su control debe traducirse en un conjunto de expresiones cartográficas comparables. La cartografía adquiere en la desertificación una magnitud insospechada e imprescindible (Abraham de Vázquez, 1989).

Para la evaluación y representación cartográfica de la desertificación (FAO-PNUMA, 1984) se recomienda la escala 1:10.000 hasta 1:50.000 para los sitios con predominio de explotaciones agropecuarias; entre 1:100.000 y 1:250.000 para representar procesos que involucran poblaciones, departamentos y provincias y entre 1:1.000.000 y 1:2.500.000 para regiones y países.

A los fines de la evaluación y representación cartográfica propuesta por FAO-PNUMA (1984), es preciso estudiar, describir, cuantificar y codificar los diversos aspectos de la desertificación para cada



uno de los procesos descriptos en la sección anterior. Los aspectos que hay que considerar son:

- El estado, o sea la situación actual comparada con una condición original del terreno;
- La velocidad a que se produce la desertificación. Expresa los cambios que se han generado por unidad de tiempo y en una misma dirección;
- El riesgo inherente de la desertificación, que depende de la vulnerabilidad de la forma del terreno a los procesos de la desertificación.

Información sobre el estado de la desertificación para procesos de degradación por erosión hídrica, eólica y combinada en la Provincia de Rio Negro, ha sido presentado por Monteith (1970), FECIC (1988) Laya et al. (1977) para la zona de Cubanea-San Javier; INTA (1982) en la transecta Manquinchao-Jacobacci y recientemente, en el "Atlas de Suelos de la República Argentina" (1990).

La velocidad de la desertificación, identificada a través de los procesos de degradación determinativos, es de suma importancia para evaluar la actividad y determinar tendencias, así como para decidir las medidas de control en los lugares adecuados.

No existe en la Provincia valores de la magnitud de la velocidad, que posibiliten una clasificación de la gravedad del problema, más allá los informantes locales, profesionales, investigadores, en forma cualitativa y local.

A fin de tener un punto de referencia aproximado sobre la velocidad de desertificación global de la provincia, en función de los procesos de degradación por erosión hídrica y/o eólica hemos comparado los datos aportados del informe de Monteith, con los provenientes del "Atlas de los Suelos de la República Argentina". Si bien se puede objetar las diferen-

cias metodológicas de ambos trabajos en cuanto al relevamiento de la erosión, se trata aquí de valorar la superficie afectada por estos procesos en dicho lapso de tiempo.

SUPERFICIE AFECTADA POR:

	Erosión eólica		Erosión hídrica		Erosión combinada	
Relevamiento año 1970	(Km <sup>2</sup> ) 9410	(%) 9,6	(Km <sup>2</sup> ) 5380	(%) 6,9	(Km <sup>2</sup> ) 140	(%) 0,2
Relevamiento año 1990	58200	29,0	44000	22,0	44000	22,0

Mientras que en el año 1970 la superficie afectada por cualquier tipo y grado de erosión, sumaba un total de 1.316.000 has. (16,7%) 20 años después, la incorporación de nuevas áreas erosionadas lleva el valor a 14.589.600 has. (73%).

Para un lapso de tiempo de 20 años el aumento sobre el total del territorio ha sido del 56,3%. Según la bibliografía internacional, los valores de velocidad en función del por ciento de aumento anual del área erosionada, indican para esta situación una velocidad de desertificación en clase moderada (2 a 3,5%). La velocidad de afectación anual para esta provincia es, según el esquema propuesto de 2,8%.

En el análisis de la dinámica de la erosión, Movia (1984) resalta las ventajas del uso de las imágenes satelitarias y presenta ejemplos de la actividad del fenómeno erosivo (1978).

El carácter multiespectral permite elegir aquellas bandas

que son más favorables para cada uno de los fenómenos en estudio o la combinación más adecuada. Los vuelos a baja altura con barredores multi-espectrales en algunas áreas testigo permiten contar con información sobre dinámica y estructura de estas formas.

El carácter multitemporal aporta la posibilidad de estudiar la dinámica del avance (velocidad), su regularidad y los cambios estructurales que se produzcan a lo largo del tiempo. Esta faceta debe tenerse en cuenta si se piensa en una posibilidad de seguimiento y control de los procesos de degradación de la desertificación, principalmente aquellos determinativos.

El GTZ en convenio con el INTA (Convenio marco argentino alemán), está desarrollando un plan de trabajo, con sede en el INTA, Bariloche, a fin de monitorear algunos indicadores de la desertificación en diferentes transectas en la Patagonia.

#### ASPECTOS METODOLOGICOS PARTICULARES

Desde un punto de vista de la dinámica, los procesos de desertificación puede dividirse en dos fases. En la primera los índices son visibles, pero aún su impronta es débil y potencialmente reversible. La segunda fase generalmente es irreversible. El carácter arbitrario de esta división es obvio.

Esta dinámica de los procesos de desertificación puede ser estudiada por medio de un límite comparativo, confrontando estados diferentes. Esta confrontación puede ser hecha:

- a) para un mismo territorio en diferentes momentos de tiempo, suficientemente grande y representativo.

- b) La confrontación de territorios en un mismo tiempo.

El análisis efectuado a partir del método diacrónico (a) permite caracterizar el grado y velocidad de los procesos. Mientras que a partir del método sincrónico (b), efectuado por comparación geográfica, que se asienta en la hipótesis sobre la similitud que existe, en las series geográficas considerada, en los fenómenos, sin olvidar su génesis. De este modo se arriba al estado (inventario) de la desertificación en magnitudes convencionales.

Ambos análisis no requieren datos del estado original de uno u otro territorio, pues la comparación se lleva a cabo con el estado final, el desierto. Presentando la ventaja, ambos, que para caracterizar el estado original, sobre todo en un tiempo bastante remoto, no existe suficiente información y/o no es fidedigna.

A los fines de la presente propuesta, aquí tratados, se hará hincapie en el método diacrónico.

El proyecto FAO-PNUMA, entre otros, propone el uso de fotografías aéreas con intervalos de por lo menos 10 años, que sobre una misma área permiten comparar los cambios debidos a los procesos de desertificación.

Los indicadores de la desertificación, visibles en las fotografías aéreas son de naturaleza:

- Física : degradación de suelos por salinización y/o alcalinización, erosión hídrica y/o eólica, cambios en los flujos de agua y turbidez del agua superficial.
- Biológicos: Cobertura vegetal, cultivos.
- Sociales: Cambios en el uso de la tierra, agricultura de regadio, pastoreo, patrones de ocupación de la tierra (nuevos, diversificación, abandono ).

Dentro de estos indicadores aceptados universalmente como visibles en las fotografías aéreas, Movia (1984) señala como las más importantes en los estudios de la dinámica de la desertificación en Patagonia a la erosión actual y el deterioro de la vegetación. Esta misma autora señala que la vegetación de estepa y el semidesierto no son visibles en las fotografías aéreas disponibles en la región. (Escala generalizadas 1:40.000 a 1:75.000), por lo que se debe realizar en forma indirecta, relacionando las geoformas y las probables condiciones de los suelos.

Respecto al otro indicador, la erosión actual, para su identificación y evaluación se debe hacer por métodos de trabajo de campo integrados con interpretación de fotografías aéreas.

Las ventajas son:

- Se puede identificar y cartografiar los tipos de erosión actual ya que las fotografías aéreas aportan toda la información en ellas contenidas. Los tiempos resultan razonables, si se cuenta con estereogramas en escala adecuada a la cartografía final propuesta. Una estimación precisa de los fenómenos de erosión (por ejemplo: tipos de erosión, porcentaje, area, densidad) a partir de las fotografías aéreas.

La identificación de los tipos de erosión a partir de las fotografías aéreas depende en primer lugar de la experiencia de los cartógrafos y lo familiarizados que estén con problemas del análisis de las fotocaracterísticas, tales como tamaño, forma, textura, tono, sombreados, patrón y sitio de los tipos de erosión.

A tal efecto existen recopilaciones hechas, para Patagonia, Por Laya (1984) y Movia (1984).

El primero de los autores sintetiza las relaciones por él encontradas, en múltiples trabajos, entre las evidencias de erosión eólica y las superficies geomórficas. Estas son de fácil identificación en las fotografías aéreas convencionales. Señala por ejemplo que los médanos de arena están restringidos a las terrazas modernas e intermedias de los valles fluviales. Mientras que en las antiguas es raro que los efectos de la erosión eólica adopten esta geomorfa, es más común los engrosamientos eólicos de amplia distribución areal y espesores variables. Los médanos de arcilla (Lunetters, Austr.) son formas muy localizadas vinculadas a la presencia de suelos pesados.

Las lenguas orientadas, tienen origen en depresiones salitrosas, ocasionando una elevada mortandad de plantas, desmejorando docenas de miles de hectáreas al elevar en grado extremo el porcentaje de sales en regiones con bajos problemas de salinidad, combinado con un efecto intenso de los procesos de erosión.

La segunda autora reseña, en su trabajo, las fotocaracterísticas identificables de los diversos tipos de erosión en Patagonia, tal como se señala en el cuadro n° 6.

Para el presente trabajo se confeccionó el siguiente cuadro n° 6 de Fotocaracterísticas, indetificables en las fotografías aéreas, para los diversos tipos de erosión encontradas en Patagonia. En el mismo se ha tratado de resumir las experiencias de diversos autores (Movia, Mendia, Irisarri, Marcolin) en la región y experiencias de otras áreas con tipos de erosión similar (Trustun et al.).

CUADRO N° 6  
FOTOCARACTERÍSTICAS IDENTIFICABLES SOBRE FOTOGRAFÍAS PANCRÓMICAS PARA LOS DIVERSOS TIPOS DE EROSIÓN

TIPO DE EROSIÓN	TAMAÑO	FORMA	TEXTURA	TONO	PATRÓN	SOMBREADOS	SITIOS	COMENTARIOS
Deslizamiento de suelos	Pequeña, baja impresión de profundidad en estereoscopia	Lineal generalmente ahuecado en la base.	Pareja	Claro, fuerte contraste con tonos oscuros de las áreas no erosionadas	Complejo por diferentes curvas de los deslizamientos	A veces en las cabeceras en pendientes de ángulos bajos.	Ocurre en las fajas superiores de las pendientes pronunciadas donde coalescen en microvalles a lo largo de la misma.	Se identifican en forma mejor en fotos color infrarrojo. Se identifican en escala grande.
Avalancha de detritos	Grande con definición estereoscópica.	Elongados, lineales.	Varios, depende del material parental y naturaleza de los suelos y vegetación	Claros, brillantes que contrastan con la de las áreas no erosionadas (máximo bajo bosques)	Complejo, relacionado con el drenaje.	Las escarpas generalmente están sombreadas en forma muy evidentes	Ocurre en altas pendientes en regiones de montaña, ocupan a lo largo de las pendientes.	Identificables en cualquier tipo de fotos, la mejor es en color.
Flujos de tierra	Grande, con impresión definida en estereoscopia.	Con formas características de "ruptura de vidrio", concoidales.	Alto refracción en superficie de textura gruesa y errática en las concavidades del microrelieve.	Difuso, moteado irregular. Tonos contrastados si la vegetación es interrumpida.	Errático, colinado el microrelieve.	El microrelieve es realzado por el sombreado.	Zonas de alta pendiente con poca, correcta cubierta por numerosas grietas de tensión y áreas rotadas con depresiones llenas de agua.	Muy bien caracterizable en cualquier tipo de foto por las diferencias de vegetación y humedad de los suelos.
Desprendimientos o desplomes (de masas húmedas por su propio peso)	Muy grande con definida impresión en estereoscopia. Escarpas de cabeceras mucho mayores que en los flujos de tierra.	Características formas de anfiteatro.	Similar a los flujos de tierra.	Similar a los flujos de tierra con tonos contrastados mayores.	Similar a los flujos de tierra, excepto en el microrelieve está más acentuado.	Similar a los flujos de tierra excepto en las escarpas mucho mayores con mayor sombreado	Zonas de alta pendiente cubriendo toda el área.	Como en flujos de tierra.
Cárcavas	De rasgo lineal y estrecho.	Definida visión estereoscópica en escala grande que lo diferencia de los surcos.	Usualmente pareja depende del material a partir del cual se forma	Tonos claros que contrastan con los de las áreas adyacentes.	Relacionado con la red de drenaje y dependiendo del tipo de material a partir del cual se forma.	Sombreado que da la impresión en la visión estereoscópica.		Detectable en todo tipo de foto, en escala grande.
Laminar	Cubre extensas áreas en las tierras altas, sin visión estereoscópica.	Irregular con transición hacia los estrados naturales	Difusa, manchada sin dirección.	Usualmente de tonos más claros comparado con los circundantes.	Exhiben las partes altas irregulares	Sin sombreado	Se presentan en zonas convexas de las porciones sigudas del relieve bajo cultivo y pastoreo.	En fotocolor resulta mucho más clara la identificación
En talud		Formas muy controladas por la topografía.	Fina difusamente moteada con cierta orientación.	Tonos brillantes que contrastan con lo que rodea.	Generalmente controlado por la red de drenaje.	Énfasis del microrelieve	Ocurre en las zonas montañosas o más general en tierras altas.	Las fotos color resultan muy superiores para identificar este tipo de erosión
Acumulación típica, laderas, Arq (arab.)	Muy largo (hasta 60 Km)	Triangulares o alargados.	fina, cuando están vegetadas gruesas.	Claro, cuando es parcialmente vegetado más oscuro.	Blando			
Éolica acumulación dominante	Cortas (no + de 3 Km)	Alargadas o triangulares	Suave	Claros	Blando			Son menos visibles con suelos húmedos.
Deflación dominante	Pequeñas	Anchas y generalmente cortas		Medios a oscuros	Duro		Suelen originarse en depresiones someras	Bordes difusos
Éolicas encavadas	Estrechas y largas	Rueta y largas		Claros a oscuros	Intermedio a duro		Comunes en colinas morénicas, mállines "dulces" y depósitos glaciafluviales	Bordes netos.

## CRITERIOS PARA LA SELECCION DE AREAS PILOTO

A partir de los factores y procesos de la desertificación ya expuestos en los tópicos anteriores, permite fundamentar la búsqueda en la elección de las áreas piloto, donde se confrontará la metodología propuesta.

La necesidad de establecer áreas piloto (testigo) ya fue señalado en el seminario Desertificación en Patagonia (1984), donde se propone establecer zonas de estudios de mayor detalle, "con especial énfasis en la determinación de tendencias" (velocidad). En dichas superficies proponen un uso intensivo de las fotografías aéreas y trabajo de campo, para definir la dinámica de los procesos biofísicos y condiciones sociales, culturales y económicas (Lut) y contribuir de esta forma a la planificación del control de la desertificación.

Una de las características climáticas más importantes es como se ha señalado la variación de las lluvias en regiones semiáridas, donde un período húmedo relativamente largo, bastante próspero, seguido de una cadena de años secos, suele tener consecuencias desastrosas para la producción.

Se han constatado que el período 1906 a 1909 fue muy seco en el este de Rio Negro según Botero et al. (1981) y el período 1970-1980 húmedo, Arroyo (1989). En la zona de Ñorquinco el período 1904 a 1912, tuvo una media de 249 mm., húmedo y 1980 a 1985, 176 mm. período seco. Corresponden a dos zonas semiáridas, tomadas para el análisis, donde los regimenes hidrotérmicos de los suelos muestran contrastes apreciables, tal como lo podemos ver en el siguiente cuadro n° 7.

CUADRO N° 7

CARACTERISTICAS DEL REGIMEN HIDROTERMICO DE LOS SUELOS	ZONA 2 (Ñorquinco)	ZONA 6 (este)
Máximo de días que la S.C.H. de humedad esta húmeda, en el año	más de 120 menos de 330	más de 90 menos de 120
Máximo de días que la S.C.H. esta seca despues del solsticio de ve- rano	más de 30 menos de 90	más de 90 menos de 120
Máximo de días que la S.C.H. esta húmeda despues del solsticio de invierno	más de 90 menos de 120	menos de 30
Máximo de días que la S.C.H. es- ta húmeda cuando la temperatura es mayor de 8°C	más de 150 menos de 180	más de 60 menos de 120
Período en que la temperatura es mayor de 8°C	más de 210 menos de 240	más de 300 menos de 330

La zona 6 tiene una mayor respuesta de oferta forrajera los años húmedos. Resulta de esta manera sujeta a cambios de presión de pastoreo más importante que la zona 2. Bran et al. (1988) dicen, refiriéndose a la zona Atlántica (6) que "son campos 'venidores' o 'voluntariosos' teniendo una productividad potencial condicionada por las precipitaciones" por la textura de los suelos y relieve.

La naturaleza de la explotación agropecuaria (Lut) también difieren en ambas zonas. En la región oriental participa la producción bovina en campos particulares y en la región occidental es ovina, con un porcentaje elevado de ocupantes de las tierras (en particular en el Departamento de Ñorquinco), tal como se aprecia en el siguiente cuadro n° 8.