

# AAU

AMERICAN ANDRAGOGY  
UNIVERSITY

**Tesis Doctoral: Estimación  
de la Capacidad de Pastoreo  
y la Presión Ganadera en  
Regiones Mediterráneas de  
Patagonia**

**Alumno: Juan Manuel  
Mendía**

**Año: Junio 2021**

## ÍNDICE

### A. CAPACIDAD DE PASTOREO

	Página
INTRODUCCIÓN	3
METODOLOGÍA	4
Aspectos Generales	
Aspectos Específicos	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
CONCLUSIONES	16
BIBLIOGRAFIA	17
CUADRO N°1 Radiación y producción de materia seca	11
CUADRO N°2 Radiación Global Productividad y Energía Total	12
CUADRO N°3 Período de Crecimiento y Productividad Primaria Potencial	13
CUADRO N°4 Período de Crecimiento y Lluvias Invernales	14
FIG N°1 Mapa de Capacidad de Pastoreo de la comarca Neuquina	30
ANEXO I Algoritmo para el cálculo del Período de Crecimiento	18
ANEXO II Algoritmo para el cálculo de la Productividad Primaria Potencial	19
ANEXO III Modelo de cálculo para la estimación de la Capacidad de Pastoreo	20

### B. PRESIÓN GANADERA

	Página
INTRODUCCIÓN	31
MATERIALES Y MÉTODOS	32
RESULTADOS	33
FIG N°1 a FIG N°14	35 a 41
CONCLUSIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXO IV Relación Presión Ganadera / Suelos con Régimen Ácuico de Humedad	45
ANEXO V Relación Presión Ganadera / Typic Humaquepts	46
ANEXO VI Relación Presión Ganadera / Typic Endoaquolls	47
ANEXO VII Relación Suelos de Régimen Ácuico de Humedad / Disponibilidad hídrica	48
ANEXO VIII Relación Número de mallines en función del Subgrupo de Suelos	49
ANEXO IX Relación Suelos de Régimen Ácuico de Humedad / Disponibilidad hídrica	50
ANEXO X Valoración económica en función de la Presión Ganadera.	51
ANEXO XI El sobrepastoreo y la pérdida de suelo por Erosión hídrica	52

# ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE PASTOREO Y LA PRESIÓN GANADERA EN REGIONES MEDITERRANEAS DE PATAGONIA

## A. CAPACIDAD DE PASTOREO

### INTRODUCCION

La capacidad de pastoreo o capacidad de carga se define como la máxima carga animal posible sin ocasionar daño en la vegetación o recursos relacionados (S.R.M, 1964). La carga animal en un determinado momento puede ser mayor, menor o igual a la capacidad de pastoreo.

La determinación de la capacidad de pastoreo es la medida más difícil de todas las que se realizan en los pastizales, debido a las grandes variaciones en condiciones climáticas, vegetación, suelo y especies animales.

Es conveniente referirse por lo tanto a la estimación de la capacidad de pastoreo y no su determinación.

Dicha estimación se expresa frecuentemente en unidades animales por unidad de superficie.

La capacidad de pastoreo se vincula directamente con el potencial de producción de la vegetación natural, en ausencia de disturbios y/o deterioros físicos. Es el producto de los factores edáficos, fisiográficos y ambientales responsables de su desarrollo.

La vegetación se comporta de esta forma como la comunidad clímax para ese lugar. El potencial se expresa como la cantidad de materia seca por unidad de superficie.

Según Dyksterhius (1949) dos criterios de importancia deben utilizarse para la justificación en la estimación de la capacidad de pastoreo, una diferencia medible en la composición de la vegetación clímax y una diferencia suficiente en la productividad.

Passey y Hugie (1962, 1963) explican que en ausencia de la cobertura original o potencial de la comunidad clímax, que ha sido alterado por el manejo y utilización de la vegetación nativa, el potencial de producción debe estimarse sobre la base de aquellos factores relativamente permanentes y mapeables, que se encuentran asociados consistentemente con dicho potencial, tales como el suelo y el clima.

Ya que la vegetación presente no es generalmente un indicador seguro de la capacidad de pastoreo, los estudios para su estimación deben basarse, en esencia, en los factores abióticos (Araujo, 1915).

Para la región de Patagonia, Mendía (1991) describe distintas experiencias en la evaluación de tierras para el uso rural y sus resultados.

Cuando se alude a la capacidad de pastoreo de la tierra, el concepto de "tierra" es el definido por la FAO (1976) como "una zona de la superficie del planeta cuyas características abarcan todos los atributos razonablemente estables, o predeciblemente cíclicos, de la biosfera, verticalmente por encima y por debajo de esa zona, incluidos los de la atmósfera, el suelo, la geología subyacente, la hidrología, la población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la medida que estos atributos ejercen una influencia importante sobre los usos actuales y futuros que el hombre haga de la tierra.

Mendía y col. (1993a) muestran la necesidad de incorporar los Tipos de Utilización de la Tierra Estacionales al evaluar la capacidad de pastoreo de la tierra para la ganadería trashumante.

Los indicadores de la vegetación actual sirven como base para la clasificación de la condición del pastizal y determinan los planes de manejo para un predio específico, fuera del alcance de este estudio tanto por razones de escala (1:500.000) como de la información disponible.

A un nivel de trabajo de mayor detalle otras cualidades de la tierra como ser valor nutritivo del forraje, disponibilidad de fuente de agua, accesibilidad y presencia de enfermedades son requeridas para su evaluación (Ferguson, 1983)

En el presente esquema se ha procurado alcanzar los siguientes **objetivos**:

- 1) Identificar y cuantificar, en términos de rápida resolución, las cualidades y/o características de la tierra en regiones mediterráneas de Patagonia que inciden en la producción para el pastoreo.
- 2) Cuantificar la producción potencial máxima y óptima para los distintos tipos de suelos y vegetación (modelo de productividad).
- 3) Representar cartográficamente (1:500.000) la categorización de la receptividad ganadera óptima para la Provincia del Neuquén (capacidad de pastoreo de la tierra).
- 4) Ofrecer a los medios de planificación una predicción de la capacidad óptima de pastoreo de la tierra y su relación con la densidad ganadera histórica en los diferentes departamentos de la Provincia, como base para el ordenamiento territorial (Indicadores de Calidad de la Tierra).

## **METODOLOGÍA**

### **Aspectos Generales:**

El método consiste en la elaboración de un modelo de productividad que permite primeramente estimar la cantidad de materia seca por unidad de tierra y luego la clasificación de la misma respecto de su capacidad para el pastoreo.

Se trata de un modelo de aproximación paramétrico, multiplicativo, inductivo y cuantitativo que incorpora variables bioclimáticas y edáficas seleccionadas.

Es paramétrico y multiplicativo pues para cada factor localmente importante, se asigna un rango de valores, que se multiplican entre ellos.

Es inductivo pues está basado en inferencias (consideraciones teóricas acerca de los efectos que las diferentes características de la tierra producen, actuando aisladamente o en combinación sobre el desarrollo, el rendimiento de la vegetación natural).

Es cuantitativo pues el resultado se expresa en términos numéricos que permiten hacer comparaciones entre las diferentes unidades de tierra.

El modelo es físico pues toma en consideración solamente variables bioclimáticas y edáficas. Normalmente estas estimaciones de la producción física son seguidas por análisis económicos en una etapa posterior de la planificación.

Las variables elegidas o seleccionadas se comportan como un factor diagnóstico (FAO, 1985) que se define como una variable que puede ser una cualidad de la tierra, una característica o una función de varias características de la tierra, que tiene una influencia sobre la productividad de un uso específico de la tierra y que sirve de base para evaluar su aptitud.

Una característica de la tierra es un atributo de la tierra. que puede medirse o estimarse y utilizarse como un medio para describir las cualidades de la tierra o distinguir entre unidades de tierras con diferentes aptitudes para el uso.

Los factores diagnósticos que integran este modelo son:

1. Bio-climáticos :

- Temperatura
- Precipitación
- Evapotranspiración
- Radiación global
- Eficiencia energética

2. Edáficos :

- Profundidad efectiva
- Salinidad y/o alcalinidad
- Alcalinidad
- Textura
- Pedregosidad
- Pendiente

El resultado es una estimación, para cada unidad taxonómica de suelo de su productividad potencial para el pastoreo en kilogramos de materia seca por hectárea.

**Aspectos Específicos:**

La ecuación fundamental es:

$$POTP = PPP * FE * FU * FIF$$

Donde:

POTP: Productividad Óptima de la Tierra para el Pastoreo (Kg. m.s utilizable/ha/año).

PPP: Productividad Primaria Potencial (Kg. m.s total/ha/año).

A continuación se afecta la PPP por los siguientes Indicadores.

FE: Factores Edáficos: pendiente, profundidad útil, salinidad-alcalinidad, textura, pedregosidad.

FU: Factor de utilización

FIF: Factor de interés forrajero

**Productividad Primaria Potencial** (Factores Bioclimáticos).

Para su determinación se ha seguido, con algunas modificaciones, el método de la FAO para la estimación de rendimientos (Doorenbos y col, 1979).

$$PPP = PC * RG * EER$$

Donde:

PPP: Productividad Primaria Potencial (Kg. m.s total/ha/año.).

PC: Período de crecimiento. Número de días con humedad edáfica aprovechable y temperatura del suelo mayor a 8°C.

RG: radiación global en cal/cm<sup>2</sup>/día.

EER: Eficiencia Energética Relativa de la comunidad herbácea en g/Kcal.

Por productividad primaria potencial se entiende la materia seca total que puede producir la vegetación, durante un período de tiempo durante el cual el clima permite el crecimiento con régimen de secano (FAO, 1981).

Para calcular la materia seca total o producción potencial máxima se utiliza datos sobre los factores climáticos de radiación y temperatura durante el período de crecimiento (Loomis y Williams, 1963; Doberti y Ruze1981).

Las localidades que poseen la información para la aplicación de esta metodología son: Maquinchao, Cutral Co, Cipolletti, Las Lajas, Chos Malal, El Bolsón y Bariloche.

Los pasos a seguir son:

a) Determinación del período de crecimiento:

Para la determinación del período de crecimiento se utilizan los *Calendarios Edafoclimáticos* generados a través del modelo de Newhall (1976) y aplicado en nuestro país por Van Wambeke y Scoppa (1976). Para mayor detalle ver Estudio Regional de Suelos de la Provincia de Neuquén (1990)

Los calendarios permiten definir día por día de cada mes si el suelo se encuentra húmedo, parcialmente húmedo o seco, y al mismo tiempo si la temperatura es <5°C, entre 5 y 8°C ó >8°C.

Los días con humedad aprovechable se consideran como la suma de los días húmedos + parcialmente húmedos + secos, afectándose los siguientes Indicadores:

Día húmedo:	1
Día parcialmente húmedo:	0,5
Día seco:	0,1

Es decir, 10 días secos equivale a 1 día húmedo o los días parcialmente húmedos a 5 días húmedos. En cualquier caso se considera solamente los días con temperaturas superiores a 8°C.

Así por ejemplo si se considera al calendario edafoclimático de la localidad de Chos Malal, los días con humedad aprovechable y temperatura > 8°C son 90 días, que se considera como el período de crecimiento para esa localidad (Ver Anexo)

De esta forma, al disponer de los calendarios edafoclimáticos, se puede estimar el período de crecimiento de la vegetación.

b) Registro de la Radiación Global.

Los datos de radiación global (caJ/cm<sup>2</sup>/día), fueron extraída de] trabajo de la FAO: "Datos agro climáticos para América Latina y el Caribe" (1985) que contiene registros para todas las localidades enunciadas anteriormente.

De la sumatoria de la radiación global para el número de días con humedad aprovechable se obtiene la radiación global total del período de crecimiento.

c) Cálculo de la Producción Bruta de Materia Seca de la vegetación.

Para calcular la producción bruta de materia seca de un lugar seleccionado, se utiliza el método de De Wit (1965), que está basado en el nivel de radiaciones activas de onda corta recibidas en determinadas condiciones:



$$Y_o = F.y_o + (1 - F) y_c$$

Donde:

Y<sub>o</sub>: Producción Bruta de Materia Seca de la vegetación en Kg./ha/día.

F: Fracción de tiempo, desde la salida a la puesta de sol, en que está nublado, según  $F = (R_{se} - 0,5 R_s) / 0,8 R_{se}$ , donde R<sub>se</sub> es la recepción máxima de radiaciones activas de onda corta en días despejados en cal/ cm<sup>2</sup>/ día y R<sub>s</sub> es la recepción real medida de radiaciones de onda corta en cal/cm<sup>2</sup>/día.

y<sub>o</sub>: Tasa de producción bruta de materia seca de la vegetación para un lugar dado en un día completamente nublado, Kg./ha/día.

y<sub>c</sub>: Tasa de producción bruta de materia seca de la vegetación para un lugar dado en un día despejado ( sin nubes) Kg./ha/día.

El Cuadro N° 1 muestra los valores de R<sub>se</sub>, y<sub>o</sub> e y<sub>c</sub> para las diferentes latitudes en el hemisferio norte y sur.

#### d) Cálculo de la eficiencia energética relativa

A partir de los datos anteriores se está en condiciones de poder estimar la eficiencia energética relativa, que es la eficiencia de fijación de la energía solar por el estrato herbáceo.

Para ello se hace referencia a la energía neta fijada por la fitocenosis que tiene un valor promedio, de 4 Kcal./g para comunidades de pradera herbácea y arbustiva (Santibáñez, 1978).

Con la, determinación de la radiación global diaria promedio del período de crecimiento (cal/cm<sup>2</sup>/día) y el cálculo de la producción bruta de materia seca (kg/ha/día) se obtiene la energía total fijada por la vegetación.

Al relacionarla con la energía neta (4 Kcal. /g) e invertir los términos para expresarlos en g/Kcal., se obtiene para cada localidad analizada, la eficiencia energética relativa (g/Kcal.).

Por último, multiplicando la radiación global total del período de crecimiento por el número de días con humedad aprovechable y por la eficiencia energética relativa se obtiene la Productividad Primaria Potencial expresada en Kg. m.s. total /ha/año.

#### Indicador de Factor Edáfico (FE).

Las propiedades del suelo que intervienen tienen una relación directa con el balance de la humedad del suelo, ya sea modificando el escurrimiento, la infiltración, o ambas cosas a la vez, así como la retención del agua para su utilización por las plantas.

Los factores del suelo y sus Indicadores seleccionados son los siguientes:

Pendiente: inclinación en %

Profundidad útil: Se refiere a la profundidad del suelo hasta un contacto paralítico, lítico; horizonte petrocálcico, duripan u otro impedimento para la exploración de las raíces. Se expresa en cm.

Salinidad: Se refiere a la presencia de salinidad edáfica expresada en dS/m.

Alcalinidad: Se refiere a la sodicidad del suelo expresada en % de Sodio intercambiable (PSI)

La Productividad Primaria Potencial es afectada luego por los factores edáficos (FE), según los siguientes criterios y su correspondiente valor del Indicador:

PENDIENTE (%)	VALOR DEL INDICADOR
0	2,50
0-8	1,00
8-16	0,95
16-30	0,80
30-70	0,60
>70	0,40

PROFUNDIDAD UTIL. (cm)	VALOR DEL INDICADOR
> 100	1,00
50-100	0,90
50-20	0,75
< 20	0,55

SALINIDAD (dS/m)	ALCALINIDAD (PSI)	VALOR DEL INDICADOR
< 8	< 15	1,00
8-16	15-30	0,70
16-24	30-60	0,50
> 24	> 60	0,20

#### Indicador de Limitaciones Críticas:

Se incluyeron otras características de la tierra que se estima pueden reducir la productividad como ser:

- Texturas gruesas: Suelos con más de 85-90% de arena, de estructura grano simple ó masivos y baja fertilidad. La capacidad de almacenaje de agua es sumamente reducida. El valor del Indicador que se utiliza para esta situación es 0,4.
- Texturas finas: Suelos con más de 60% de arcilla pueden restringir la disponibilidad de aire, humedad y nutrientes. La de floculación de las partículas de arcilla causa deterioro de la estructura, reduciendo la infiltración y la disponibilidad de humedad. El valor del Indicador asignado es para estos casos 0,4.
- Pedregosidad: Una pedregosidad abundante con suficiente densidad y tamaño, limita la producción. El valor del Indicador de ajuste es 0,2.

Se debe destacar que los factores edáficos intervinientes están en función de la información proveniente de la escala del mapa de suelos (1:500.000). A escalas mayores otras características pueden agregarse y/o modificarse a las ya enunciadas.

#### Indicador de Factor de Utilización (FU).

Sólo una parte del total de la materia seca anual puede ser utilizada de manera satisfactoria cada año. Es esencial que parte de la producción total deba contribuir a la producción de semillas para el repoblamiento ya la reserva de las raíces, así como mantener una adecuada cobertura para la protección de la planta y el suelo. Estimaciones hechas para establecer la proporción de tierra que debe ser utilizada, varían entre el 40 al 60% de la producción total (Le Houerou y Hoste, 1977). Para esta oportunidad el Indicador que se utiliza como Factor de Utilización es 0,4.

En pastoreo extensivo de secano se asume un manejo "tradicional" con campos de veranadas e invernadas sin ningún tipo de mejoramiento.

Cuando el uso de la tierra implica riego no controlado como es el caso de los mallines antrópicos se le asignó un valor al Indicador de 2,4; en el caso de riego controlado el valor asignado fue de 5.



### Indicador de Factor de Interés Forrajero (FIF).

Este factor se vincula con la jerarquización cualitativa de la vegetación según un grado de preferencia supuesto, para cada unidad cartográfica del mapa de vegetación a escala 1: 500.000 (Movia y col, 1983).

A este nivel de jerarquización se adoptó el siguiente criterio de acuerdo a González Arzac, O (1989, comunicación personal):

Terófitas:	100% de Interés Forrajero. Se incluyen como de interés permanente a pesar de ser estacionales.
Hemicriptófitas:	100% de Interés Forrajero.
Caméfitas:	50% de Interés Forrajero.
Fanerófitas:	25% de Interés Forrajero.
Epífitas:	Sin Interés Forrajero.
Suculentas:	Sin Interés Forrajero.
Heliófitas:	Sin Interés Forrajero.
Geófitas:	Sin Interés Forrajero.

Para el caso específico de la vegetación bajo bosque denso y semidenso, se corrigió el Factor de Interés Forrajero por la superficie o área aprovechable, que para el primer caso el Indicador es de 0.4 y para el segundo de 0.7. por lo tanto el FIF de cada una de estas unidades cartográficas enunciadas, disminuye apreciablemente (0.20 y 0,35 respectivamente).

Al relacionar la cobertura total promedio de las diferentes comunidades vegetales con la cobertura de interés forrajero, para cada unidad cartográfica del mapa de vegetación (1:500.000), se obtienen los diferentes valores de Indicador de interés forrajero, que se utilizan como ajuste en la ecuación general de la Productividad Potencial de las Tierras para el Pastoreo.



SIMBOLO UNIDAD CARTOGRAFICA DEL MAPA DE VEGETACIÓN (Movia y col. 1983).		VALOR DEL INDICADOR DE INTERÉS FORRAJERO
Estepa	E 1 a E 15	0,30
Arbustiva	E 16 a E 24	0,45
"mosaicos"	X 1	0,40
	X 2 a X 4	0,20
Estepa Herbáceo – arbustiva	F 1 a F 7	0,55
Estepa herbácea	G 1 a G 7	0,70
Vegetación de bardas y huayquerías	Eds	0,40
	Edp	0,30
	Edps	0,45
Vegas y "mosaicos"	H 1	0,75
	H 2 y X 5	0,50
Semidesiertos y Peladales	D 1	0,45
	Db - Dy	0,20
Bosque	B 1	0,20
	B 2	0,35

La productividad óptima de las tierras para el pastoreo expresado en Kgms utilizable/ha/año, puede transformarse en la Capacidad Óptima de Pastoreo de la tierra, asumiendo las necesidades diarias en materia seca, de un ovino de 50 kg de peso promedio, en un 2,5% de su peso vivo. El resultado se puede expresar en ha/ovino/año, ovino/ha/año u ovino/km<sup>2</sup>/año.

**Cuadro N° 1.** Recepción máxima de radiaciones activas de onda corta Rse (cal/cm<sup>2</sup> / día) y producción bruta de materia seca en días nublados (yo) y despejados (yc) en Kg./ha/día, para un cultivo tipo (De Wit, 1965).

Norte Sur		Ene ro Jul.	Feb. Ago.	Mar. Sep.	Abr. Oct.	May. Nov.	Jun. Dic.	Jul. Ene ro	Ago. Feb.	Sep. Mar.	Oct. Abr.	Nov. May.	Dic. Jun.
0°	Rse	343	360	369	364	349	337	343	357	368	365	349	337
	yc	413	424	429	426	417	410	413	422	429	427	418	410
	yo	219	226	230	228	221	216	218	225	230	228	222	216
10°	Rse	299	332	359	375	377	374	375	377	369	345	311	291
	yc	376	401	422	437	440	440	440	439	431	411	385	370
	yo	197	212	225	234	236	235	236	235	230	218	203	193
20°	Rse	249	293	337	375	394	400	399	386	357	313	264	238
	yc	334	371	407	439	460	468	465	451	425	387	348	325
	yo	170	193	215	235	246	250	249	242	226	203	178	164
30°	Rse	191	245	303	363	400	417	411	384	333	270	210	179
	yc	281	333	385	437	471	489	483	456	412	356	299	269
	yo	137	168	200	232	251	261	258	243	216	182	148	130
40°	Rse	131	190	260	339	396	422	413	369	298	220	151	118
	yc	219	283	353	427	480	506	497	455	390	314	241	204
	yo	99	137	178	223	253	268	263	239	200	155	112	91

Para la elaboración metodológica se utilizaron los siguientes documentos cartográficos:

MAPAS	ESCALA
Pendientes	1:500.000
Pisos altitudinales	1:500.000
Suelos	1:500.000
Vegetación	1:500.000
Régimen de humedad de los suelos	1:1.000.000
Régimen térmico de los suelos	1:1.000.000
Calendario edafoclimático	1:1.000.000

Se recolectó la información de los datos químicos de los perfiles de suelos representativos de las diferentes unidades cartográficas del mapa regional de suelos

Los calendarios edafoclimáticos se elaboraron en el centro de estadística de INTA Central.

La representación cartográfica se ejecutó por medio de una función paramétrica, utilizando el Idrisi 3.2 como soporte del Sistema de Información Geográfica (SIG).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que indican la radiación global diaria promedio del período de crecimiento, la producción bruta de materia seca y la energía total fijada por la vegetación se presentan en el cuadro N° 2.

**Cuadro N° 2.** Valores de radiación global diaria promedio durante el período de crecimiento, producción bruta de materia seca, y energía total fijada por la vegetación, para localidades seleccionadas.

LOCALIDAD	RADIACION GLOBAL (Cal/cm <sup>2</sup> /día)	PRODUCTIVIDAD (Kg. m.s/ha/día)	ENERGIA TOTAL Kcal./g)
MAQUINCHAO	448	342	131
CUTRAL CO	449	343	131
CIPOLLETTI	426	333	128
LAS LAJAS	463	346	134
CHOS MALAL	422	321	131
EL BOLSON	439	344	128
BARILOCHE	434	339	128
PROMEDIO	440	338	130

Utilizando como referencia el valor 4kcal/g como la energía neta fijada por la fitocenosis para praderas herbáceas y arbustivas y relacionándola con la energía total fijada para Cada localidad presentada en el Cuadro N° 2, se puede determinar la eficiencia energética relativa.

El Cuadro N° 3 Registra, para las mismas localidades el número de días con humedad aprovechable y temperatura mayor a 8°C, la eficiencia energética relativa, la radiación global del período de crecimiento y la Productividad Primaria Potencial calculada según el submodelo:

$$PPP = RG * PC * EER$$

Donde:

PPP = Productividad Primaria Potencial (Kg. m.s total/ha/año)

RG = Radiación Global (cal/cm2/período)

EER = Eficiencia Energética Relativa (g/Kcal.)

PC = Período de crecimiento (n° de días)

La Productividad Primaria Potencial aumenta en relación a los días con humedad aprovechable y temperatura mayor a 8°C (Cuadro N° 3) y cuya función puede expresarse de la siguiente manera:

$$Y = 10.15 * X \quad (1) \quad R^2 = 0.99 \quad (\text{Ver Anexo II})$$

Y = Productividad Primaria Potencial en Kg. m.s/ha/año. (PPP)

X = N° de días con humedad aprovechable y temperatura mayor a 8°C. (PC)

**Cuadro N° 3.** Número de días con humedad aprovechable, eficiencia energética relativa, radiación global del período de crecimiento y productividad primaria potencial calculada para localidades seleccionadas.

LOCALIDAD	HUMEDAD APROV. (N° de días)	E.E.R. (G/Kcal.) (a)	R.G. (cal/cm2) (b)	P.P.P (Kg. m.s/ha/año) (a)*(b)*10
MAQUINCHAO	22	2,29 * 10 <sup>-4</sup>	9865	226
CUTRAL CO	26	2,29 * 10 <sup>-4</sup>	11674	267
CIPOLLETTI	28	2,34 * 10 <sup>-4</sup>	11928	279
LAS LAJAS	73	2,23 * 10 <sup>-4</sup>	33799	754
CHOS MALAL	90	2,29 * 10 <sup>-4</sup>	37980	870
EL BOLSON	162	2,34 * 10 <sup>-4</sup>	71118	1664
BARILOCHE	176	2,34 * 10 <sup>-4</sup>	76384	1787

Las localidades aquí representadas, cubren una amplia gama de regímenes de humedad de suelos desde el árido al údico, lo que permite una buena representatividad areal. Sin embargo, lamentablemente Neuquén junto con otras provincias andinas y Patagónica dispone de un escaso número de estaciones con calendarios edafoclimáticos que determinan el número de días con humedad aprovechable y temperatura mayor a 8°C

Se intentó entonces, con 16 localidades que poseen dichos calendarios, encontrar alguna relación con datos de elaboración más sencilla.

De esta forma se halló una buena correlación (ver cuadro N° 4) entre las lluvias invernales (sumatoria de junio, julio y agosto) con el número de días con humedad aprovechable y temperatura superior a 8 °C, según la siguiente ecuación:

$$Y = 53,10 * x^{0,25} - 103,34 \quad (2) \quad R^2 = 0,89 \quad (\text{Ver Anexo I})$$

Donde:

Y = Número de días con humedad aprovechable y T° del suelo mayor a 8° C.

X = Sumatoria de las precipitaciones de los meses junio, julio y agosto.

Toda vez que el trabajo de De Fina y col (1965) dispone de los valores de lluvias invernales para 272 estaciones, se pudo calcular la humedad aprovechable para esos sitios, utilizando la ecuación (2).

De esta forma se dispuso de un número apreciable de sitios con el valor de humedad aprovechable, distribuidos a lo largo y ancho de todo el territorio provincial.

**Cuadro N° 4** Número de días con humedad edáfica aprovechable y temperatura del suelo superior a 8°C, y suma de las lluvias les para localidades seleccionadas.

LOCALIDAD	N° DE DÍAS HUMEDOS CON T° MAYOR A 8° C	SUMATORIAS DE LLUVIAS DE JUNIO, JULIO, AGOSTO ( mm)
MAQUINCHAO	22	44
CUTRAL CO	26	33
CIPOLLETTI	28	44
PORTEZUELO GRANDE	32	35
MALARGÜE	51	83
LAS LAJAS	73	141
PASO FLORES	78	112
CHOS MALAL	90	114
JUNIN DE LOS ANDES	96	445
LAS VERTIENTES	109	241
VARVARCO	118	353
COLLUNCO	127	505
HUINGANCO	138	410
EL BOLSON	162	433
BARILOCHE	176	483
ISLA VICTORIA	183	747



Luego con esos datos y utilizando la ecuación (1) se obtuvo la Productividad primaria Potencial (PPP) para las 272 localidades.

La Productividad Primaria Potencial (PPP) se ajusta por los Factores Edáficos (FE), para cada suelo integrante de la Unidad Cartográfica respectiva del Mapa de Suelos, según los criterios explicitados en aspectos metodológicos específicos.

La Productividad Potencial Total de la Tierra para el Pastoreo (Kg. m.s total/ha/año) así obtenida, se ajusta luego por el Factor de interés Forrajero (FIF).

La superposición del mapa de vegetación con el mapa de suelos, aplicando los coeficientes para las distintas comunidades vegetales que se detallan en la metodología, permite la realización de dicho ajuste.

Por último, el dato resultante se multiplica por el factor de utilización (FU), obteniendo de esta manera la Productividad Potencial de la Tierra para el Pastoreo (POTP) expresada en Kg. m.s utilizable/ha/año.

La productividad puede expresarse como densidad ganadera; para ello se asume que una oveja de 50 Kg. de peso consume diariamente un 2,5% de su peso vivo

A fin de verificar los alcances logrados por la metodología propuesta se comparó los resultados medidos por diferentes autores y en diferentes regiones de Patagonia, con los calculados a través de la información obtenida en dichos trabajos

**COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD OBTENIDOS POR DIFERENTES AUTORES PARA DISTINTAS LOCALIDADES DE LA REGIÓN PATAGÓNICA CON EL MODELO PROPUESTO POR ESTE TRABAJO**

(1)	(2)	(1)	(3a)	(1)	(3b)	(1)	(4)	(1)	(5)
1223	1230	0,39	0,35	1,09	0,99	4000	3800	4000	5000

- (1) Resultados obtenidos por el modelo propuesto en este trabajo.
- (2) CASSOLA et. Al., 1981. Medida de la productividad forrajera del coirón amargo Kg ms./ha/año)..
- (3a) ANCHORENA, J., 1976. Impacto del pastoreo en el sudoeste de Río Negro: pampa arcillosa. Informe técnico. INTA S. C. De Bariloche. (Ovino/ha)
- (3b) ANCHORENA, J., 1976. Impacto del pastoreo en el sudoeste de Río Negro: mallin. Informe Técnico. INTA, S. C. Bariloche (ovino/ha).
- (3) FIORIO, D., et. al., 1988. Evaluación del efecto del riego en pastizales naturales de la precordillera Patagonia. R.I.A. INTA, S.C. Bariloche.
- (4) SIFFREDI, G, et. al., 1982. Estimación por cortes de la disponibilidad de forraje en un mallin de la cordillera. Memoria técnica. INTA, S.C. Bariloche (Kg. m.s./ha/año)

## CONCLUSIONES

Para el nivel de alcance de esta propuesta, cual es una estimación de la capacidad de pastoreo de la tierra extensivo a nivel regional, se pueden jerarquizar las tierras para este tipo de utilización y por lo tanto definir una distribución espacial de la carga óptima

Una de las causas de la degradación de la tierra está ligada a las dificultades en el movimiento del ganado como respuesta a las variaciones climáticas (Pagiola, 1999). El sistema de evaluación aquí presentado permite, modificando las condiciones bioclimáticas (precipitaciones invernales), presentar diferentes escenarios temporales y ser utilizados para orientar la planificación de los "permisos de veranada" para la ganadería trashumante en tierras fiscales de la Provincia.

En el mapa que se adjunta se presentan la distribución de las diferentes clases de Capacidad de Pastoreo y su densidad ganadera óptima. Conociendo la densidad ganadera histórica (promedio de 50 años) y la capacidad óptima de pastoreo de la tierra, se ha podido determinar la Presión de Pastoreo para cada Departamento de la Provincia del Neuquén (Mendía y col., 1993).

De esta forma se cuenta con un punto de partida en la elaboración de *Indicadores de Calidad de la Tierra para el pastoreo extensivo* (FAO, 1997), y que como comenta Beek y col.(1996) pueden ser utilizados como una herramienta de monitoreo para promover el diálogo y la transparencia en la gestión del uso de la tierra hacia un desarrollo sustentable. (Ejemplo de Aplicación del modelo ver Anexo III).

La evaluación de la tierra debe tener como objetivo elaborar una carta de indicadores físicos de calidad de la tierra para ser utilizados en áreas de uso rural, como instrumento en la toma de decisiones de políticas de crecimiento urbano dentro del espacio rural, sobre criterios de sustentabilidad ambiental. Por lo tanto el uso de los indicadores permite a los hacedores de políticas contar con la información necesaria para predecir el impacto en el largo plazo de las políticas que ellos proponen.

La importancia de construcción de índices radica en el hecho de que facilita enormemente la comparación entre indicadores con unidades disímiles. Con los índices se puede tener a todos los indicadores en un formato común, sin por ello perder necesariamente la información original. El índice se puede construir tomando como base los umbrales de sustentabilidad o los valores de referencia por indicador.

Es necesario tener un conocimiento de los indicadores de calidad de la tierra a la hora de planificar la orientación del crecimiento poblacional y las futuras localizaciones sin comprometer las pérdidas de los mejores suelos que luego no podrán volverse a poner en cultivo. Por lo tanto las decisiones una vez tomadas y ejecutadas no pueden volver a la situación original.

Podemos señalar que la orientación de los trabajos sobre este tema en el futuro inmediato se puede centrar en los siguientes aspectos:

Los atributos de sustentabilidad y las bases del marco teórico a partir de la cual se diseña un conjunto consistente de indicadores.

La integración de indicadores: ordenamiento para la sustentabilidad agrícola

La interrelación de indicadores

La articulación entre escalas de evaluación

La incorporación del proceso de toma de decisiones a la evaluación

La evaluación de sustentabilidad como ejercicio participativo

No se trata sólo de pensar más cosas, sino de pensar de otra manera.

## BIBLIOGRAFIA

- ARAUJO FILHO, J.1975.Characterization of Range Sites in the Empire Valley, Arizona.The University of Arizona, Ph. D. Agriculture, range management. Xerox University Microfilms.
- BEEK K., de BIE, C., DRIESSEN, P. 1996. La evaluación de las Tierras (el Método FAO) para su Planeación y Manejo Sostenible: Estado actual y Perspectivas. XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Relato Mesa Redonda Evaluación de Tierras. Aguas de Lindoias, Brasil.
- C.F.I. 1990. Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén 6 Tomos 35 mapas.
- De WIT, C. 1965.Photosynthesis of leaf canopies. Agric.Res. Rep. 663. Wageningen, 57 p
- DOBERTI, H. y RUZE, C. 1981 Aspectos climáticos de las distintas zonas ecológicas de uso ganadero en la XII Región. Agricultura Técnica (Chile) 41 (3) : 153-162.
- DOORENBOS, J. y KASSAM, A. 1979.Yield response to water. FAO, Irrigation and drainage paper N° 33, 193 p.
- DYKSTERHIUS, E. 1949. Conditions and management of rangeland based on quantitative Ecology. J. Range Manage. 2 : 104-115.
- F.A.O.1976.Eschema para la evaluación de tierras. Boletín N° 32.
- F.A.O.1981.Informe del Proyecto de Zonas Agroecológicas. 48/3. Vol. 3. Metodología y resultados para América del Sur y Central.
- F.A.O.1985.Datos agroclimáticos para América Latina y el Caribe. Colección Producción y Protección Vegetal.
- F.A.O. 1985.Directivas: Evaluación de Tierras para Agricultura en secano. Boletín N° 52, 228 p.
- F.A.O. 1997.Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. Land and Water, Bulletin N°5.
- FERGUSON, W.1983. Land Ecology and Land Evaluation Tajo-Tietar area, Province of Caceres, Spain Second Volume: Rangeland Evaluation p. 28-64.
- LE HOUEROU, H. y HOSTE, H. 1977.Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahel-Sudanian Zone. Journal of Range Management 30 (3), p.181-189.
- LOOMIS and WILLIAMS 1963.Maxime Crop productivity, an estimate. Crop Science 367-72.
- MENDÍA, J. 2006. Aptitud de las Tierras del Neuquén para Pastoreo, INTA Buenos Aires. 60 pp.ISBN 10987-521-222-9, ISBN 13978-987-521-222-0. Ediciones INTA 50 años.
- MENDÍA, J. 1991. Evaluación de la Tierra para el Uso Rural -Algunas Experiencias en Patagonia- Relato Comisión IV. Manejo y Conservación de Suelos. Actas XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. S.C. de Bariloche.
- MENDIA, J. Y CAPUTO, M. 1993<sup>a</sup> Caracterización del Tipo de Utilización de la Tierra en Regiones Mediterránea de Trashumancia en Patagonia (Argentina). Actas del XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Tomo III p. 1321-1328.
- MENDÍA, J. 1993<sup>b</sup>. Evaluación de la Capacidad de Pastoreo de la Tierra en la Provincia del Neuquén -Guía de Campo - Universidad nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias. 89 pp.
- MOVIA, C., OWER, G. y PEREZ, C. 1983. Estudio de la vegetación Natural de la Provincia del Neuquén. Tomo I y III. Subsecretaria de Recursos Naturales. Provincia del Neuquén.
- NEWHALL, F. 1975.Calculation of soil moisture regimes from the climatic records. Soil Survey Investigations Report, S.C.S. - U.S.D.A
- PAGIOLA, S. 1999. The Global Environmental benefits of Land Degradation Control on Agricultural Land. World Bank Environment, Paper Number 16.
- PASSEY, H. B. and HUGIE, V. 1963. Some plant-soil relationships on an un grazed range area of south-eastern Idaho. J. Range Manage. 16: 113-118.
- SANTIBAÑEZ, F. y col. 1978. Desarrollo de un modelo de Productividad para la zona Mediterránea árida de Chile. Ciencia Interamericana. OEA, pp. 3-10
- S.R.M (\*) 1964. A glossary of terms used in range Management. First Edition. Denver, Colorado. U.S.A.
- U.S.D.A. 1975. Soil Taxonomy A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, S.C.S-USDA, Agriculture Handbook N° 436, Washington D.C.
- Van WAMBEKE, A. y SCOPPA, C. 1976. Las taxas climáticas de los suelos argentinos. Determinación de las definiciones del Soil Taxonomy, utilizando el modelo matemático de Newhall y computación en Fortran. RIA, XIII, N° 1 p. 7-39. Buenos Aires.
- (\*) S.R.M. Society for Range Management

## ANEXO I

Algoritmo para el cálculo del Período de Crecimiento del forraje (PC) con temperaturas del suelo superiores a 8 °C, en función de las lluvias invernales (Junio+Julio+Agosto)

$$\text{Período\_de\_crecimiento\_}(N\text{ de días})=b_0+b_1*\sqrt{\text{lluvias\_invernales}}$$

<b>Summary</b>	
R	0.943
R <sup>2</sup>	0.890
R <sup>2</sup> adjusted	0.882
Standard Error	18.55
#Points	16
FRESS	6238.13
R <sup>2</sup> for Prediction	0.857
Durbin-Watson d	1.891
First Order Autocorrelation	0.033
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	19.671
Precision Index	100.231

<b>ANOVA</b>						
Source	SS	SS%	MS	F	F Sgrif	df
Regression	38848.6	89	38848.6	112.87	4.39227E-08	1
Residual	4818.8	11	344.20			14
LOF Error	4800.8	11 (100)	369.29	20.5163	0.171	13
Pure Error	18.00	0 (0)	18.00			1
Total	43667.4	100				15

<b>Período\_de\_crecimiento\_}(N\text{ de días})=b_0+b_1*\sqrt{\text{lluvias\_invernales}}</b>						
	Pvalue	Std Error	-95%	95%t Stat		
b0	9.53996E-05	19.17	-144.46	-62.21	-5.390	
b1	4.39227E-08	4.999	42.38	63.83	10.62	

## ANEXO II

Algoritmo para el cálculo de la Productividad Primaria Potencial (PPP) forrajera, en función del período de crecimiento (PC)

$$PPP(\text{kgms/ha/año}) = +b1 \cdot PC(\text{N}^\circ \text{ días})$$

<b>Summary</b>	
IR	1.000
R <sup>2</sup>	0.999
R <sup>2</sup> adjusted	
Standard Error	20.39
#Points	7
PRESS	3558.41
R <sup>2</sup> for Prediction	0.999
Durbin-Watson d	3.177
First Order Autocorrelation	-0.590
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	2.441

<b>ANOVA</b>						
<i>Source</i>	SS	SS%	MS	F	F Sgrif	df
Regression	2601477.978	100	2601477.978	6259.9	6.11131E-09	1
Residual	2493.5	0	415.58			6
Total	2603971.429	100				7

<b>PPP(kgms/ha/año) = +b1*PC(Nº días)</b>					
	Pvalue	Std Error	-95%	95%t Stat	
b1	10.15	1.15406E-11	0.07566	9.969	10.34 134.21

### ANEXO III

Ejemplo de cálculo para estimación de la Capacidad Óptima de Pastoreo de la Tierra.

Provincia: NEUQUÉN

Departamento: CHOS MALAL

Ubicación: Cuenca del Arroyo Blanco

Pasos a seguir:

#### a) Cálculo del periodo de crecimiento:

Utilizando el calendario edafoclimático de la localidad de Chos Malal se puede estimar el periodo de crecimiento de la siguiente manera

MES	Nº DÍAS DE 8° C	FACTOR (*) HUMEDAD	Nº DE DÍAS DE CRECIMIENTO
ENERO	30	0.1	3
FEBRERO	30	0.1	3
MARZO	30	0.1	3
ABRIL	30	0.1	3
MAYO	30	0.1	3
JUNIO	15 8	0.1 0.5	5.5
JULIO	-	-	-
AGOSTO	-	-	-
SETIEMBRE	26	1	26
OCTUBRE	30	1	30
NOVIEMBRE	3 11 16	1 0.5 0.1	3 5.5 1.6
DICIEMBRE	30	0.1	3.0
TOTAL			89.6

(\*) Día húmedo = 1; día parcialmente húmedo = 0.5; día seco = 0.1

Período de crecimiento: aproximadamente 90 días



**b) Cálculo de la radiación global para el periodo de crecimiento:**

La radiación global expresada en cal/cm2/día, para cada mes, multiplicada por el número de días de crecimiento en el mes considerado y realizando la sumatoria, se obtiene la recepción real medida de radiaciones de onda corta para el periodo.

MES	RADIACIÓN GLOBAL (cal/cm2/día) (1)	PERIODO DE CRECIMIENTO (Nº de días) (2)	RADIACION. GLOBAL DEL PERIODO (1) * (2)
ENERO	616	3	1848
FEBRERO	557	3	1671
MARZO	447	3	1341
ABRIL	286	3	858
MAYO	185	3	567
JUNIO	161	6.5	885.5
JULIO	-	-	-
AGOSTO	-	-	-
SETIEMBRE	344	26	8944
OCTUBRE	475	30	14250
NOVIEMBRE	568	10.0	5736.8
DICIEMBRE	568	3	1704
TOTAL	-	89.6	37805.3

(\*) Extraídos de. "Datos agroclimáticos para América Latina y el Caribe" FAO (1985)

Radiación Global del periodo de crecimiento = 37805.3 Cal/cm2.

**c) Cálculo de la producción bruta de materia seca:**

Se utiliza el método desarrollado por De Wit (1965) y planteado en el párrafo correspondiente a los aspectos metodológicos específicos, cuya fórmula es:

$$Y_o = F.y_o + (1- F).y_c$$

donde:

Yo: producción bruta de materia seca (Kg/ha/día)

F: fracción de tiempo nublado en el día;  $F = (R_{se} - 0,5.R_s)/0,8.R_{se}$

Rse: máxima radiación activa de onda corta en días despejados, (cal/cm2/día)

Rs = radiación real medida de onda corta (cal/cm2/día)

**d) Cálculo de la radiación global para el periodo de crecimiento:**

La radiación global expresada en cal/cm<sup>2</sup>/día, para cada mes, multiplicada por el número de días de crecimiento en el mes considerado y realizando la sumatoria, se obtiene la recepción real medida de radiaciones de onda corta para el periodo.

MES	RADIACIÓN GLOBAL (cal/cm <sup>2</sup> /día) (1)	PERIODO DE CRECIMIENTO (Nº de días) (2)	RADIACION. GLOBAL DEL PERIODO (1) * (2)
ENERO	616	3	1848
FEBRERO	557	3	1671
MARZO	447	3	1341
ABRIL	286	3	858
MAYO	185	3	567
JUNIO	161	6.5	885.5
JULIO	-	-	-
AGOSTO	-	-	-
SETIEMBRE	344	26	8944
OCTUBRE	475	30	14250
NOVIEMBRE	568	10.0	5736.8
DICIEMBRE	568	3	1704
TOTAL	-	89.6	37805.3

(\*) Extraídos de. "Datos agroclimáticos para América Latina y el Caribe" FAO (1985)

Radiación Global del periodo de crecimiento = 37805.3 Cal/cm<sup>2</sup>.

**e) Cálculo de la producción bruta de materia seca:**

Se utiliza el método desarrollado por De Wit (1965) y planteado en el párrafo correspondiente a los aspectos metodológicos específicos, cuya fórmula es:

$$Y_o = F.y_o + (1 - F).y_c$$

Donde:

Y<sub>o</sub>: producción bruta de materia seca (Kg/ha/día)

F: fracción de tiempo nublado en el día;  $F = (R_{se} - 0,5.R_s) / 0,8.R_{se}$

R<sub>se</sub>: máxima radiación activa de onda corta en días despejados, (cal/cm<sup>2</sup>/día)

R<sub>s</sub> = radiación real medida de onda corta (cal/cm<sup>2</sup>/día)

**f) Cálculo de la radiación global para el periodo de crecimiento:**

La radiación global expresada en cal/cm2/día, para cada mes, multiplicada por el número de días de crecimiento en el mes considerado y realizando la sumatoria, se obtiene la recepción real medida de radiaciones de onda corta para el periodo.

MES	RADIACIÓN GLOBAL (cal/cm2/día) (1)	PERIODO DE CRECIMIENTO (Nº de días) (2)	RADIACION. GLOBAL DEL PERIODO (1) * (2)
ENERO	616	3	1848
FEBRERO	557	3	1671
MARZO	447	3	1341
ABRIL	286	3	858
MAYO	185	3	567
JUNIO	161	6.5	885.5
JULIO	-	-	-
AGOSTO	-	-	-
SETIEMBRE	344	26	8944
OCTUBRE	475	30	14250
NOVIEMBRE	568	10.0	5736.8
DICIEMBRE	568	3	1704
TOTAL	-	89.6	37805.3

(\*) Extraídos de. "Datos agroclimáticos para América Latina y el Caribe" FAO (1985)

Radiación Global del periodo de crecimiento = 37805.3 Cal/cm2.

**g) Cálculo de la producción bruta de materia seca:**

Se utiliza el método desarrollado por De Wit (1965) y planteado en el párrafo correspondiente a los aspectos metodológicos específicos, cuya fórmula es:

$$Y_o = F.y_o + (1 - F).y_c$$

donde:

Yo: producción bruta de materia seca (Kg/ha/día)

F: fracción de tiempo nublado en el día;  $F = (R_{se} - 0,5.R_s) / 0,8.R_{se}$

Rse: máxima radiación activa de onda corta en días despejados, (cal/cm2/día)

Rs = radiación real medida de onda corta (cal/cm2/día)

yo: tasa de producción bruta de materia seca en un día nublado (Kg/ha/día)

yc : tasa de producción bruta de materia seca en un día despejado (Kg/ha/día)

Los valores de Rse; yo e yc se encuentran en el Cuadro N° 1, teniendo en cuenta que para la localidad de Chos Malal la latitud a considerar es 37° 23' S. Para cada mes considerado los valores se multiplican por el número de días de crecimiento de ese mes. Del ello resulta que:

El cálculo para determinar Rse; yo; yc y Rs es el siguiente:

$$Rse = \sum_{1}^{12} \frac{Rse \text{ del mes} * N^{\circ} \text{ de días de crecimiento del mes}}{N^{\circ} \text{ total de días de crecimiento}}$$

$$yo = \sum_{1}^{12} \frac{yo \text{ del mes} * N^{\circ} \text{ de días de crecimiento del mes}}{N^{\circ} \text{ total de días de crecimiento}}$$

$$Yc = \sum_{1}^{12} \frac{yc \text{ del mes} * N^{\circ} \text{ días de crecimiento del mes}}{N^{\circ} \text{ total de días de crecimiento}}$$

$$Rs = \sum_{1}^{12} \frac{Rs \text{ del mes} * N^{\circ} \text{ de días de crecimiento del mes}}{N^{\circ} \text{ total de días de crecimiento}}$$

Los resultados son los que a continuación se detallan:

$$Rse = 312,4 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$$

$$yo = 206,3 \text{ Kg/ha/día}$$

$$yc = 398,5 \text{ Kg/ha/día}$$

$$Rs = 421,9 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$$

Por lo tanto:

$$F = \frac{(312,4 - 0,5 * 421,9)}{0,8 * 312,4}$$

$$F = 0,40$$

$$Yo = 0,40 * 206,3 + (1 - 0,40) * 398,5$$

$$Yo = \underline{321 \text{ Kg/ha/día}}$$

#### h) Cálculo de la Eficiencia Energética Relativa:

El primer paso consiste en determinar la energía total fijada por la vegetación, que se obtiene a partir del cociente entre la radiación global diaria promedio del período de crecimiento (Rs) y la producción bruta de materia seca (Yo):

$$\begin{aligned} \text{Energía total} &= \text{Rs/Yo} \\ \text{Energía total} &= (421,9 \text{ cal/cm}^2/\text{día} / 321,4 \text{ Kg/ha/día}) * 100 \\ \text{Energía total} &= 131 \text{ Kcal/g} \end{aligned}$$

A continuación se calcula la Eficiencia Energética Relativa (EER), expresada en g/Kcal:

$$\begin{aligned} \text{EER} &= \frac{1}{\text{Energía total}} * 0,03 \\ \text{EER} &= \frac{2,29 * 10^{-4} \text{ g/Kcal}}{\text{Energía total}} \end{aligned}$$

El factor 0,03 resulta del cociente entre:

$$\frac{\text{Energía neta. xxx}}{\text{Energía total promedio}}$$

La energía neta para comunidades de pradera herbácea y arbustiva, tiene un valor promedio de 4 Kcal/g y la energía total promedio es de 130 Kcal/g (cuadro N° 2).

#### i) Cálculo de la Productividad Primaria Potencial:

El producto resultante de multiplicar la Radiación Global del período de crecimiento (RG) por la Eficiencia Energética Relativa (EER), expresa la Productividad Primaria Potencial (PPP.) en: .Kg. De materia seca total: ha/año.

$$\text{PPP} = \text{RG} * \text{EER. (Kg. ms total/ha/año)}$$

Para la localidad de Chos Malal, la Productividad Primaria Potencial (PPP), resulta:

$$\begin{aligned} \text{PPP} &= 37805,3 * 2,29 * 10^{-4} * 100 \text{ (Kg ms total/ha/año)} \\ \text{PPP} &= \underline{865,7 \text{ Kg. materia seca total/ha/año}} \end{aligned}$$

Como existe un escaso número de estaciones agrometeorológicas que permita elaborar los calendarios edafoclimáticos, fuente de datos para determinar el período de crecimiento; se ha desarrollado un método simplificado para estimar la Productividad Primaria Potencial (PPP).

El Período de Crecimiento (PC) se puede resolver ajustadamente con la siguiente fórmula:

$$\text{PC} = 53,10 * X_1^{1/4} - 103,34 \quad (1) \quad r^2 = 0,89$$

Siendo  $X_1$  la sumatoria de las precipitaciones de junio, julio y agosto. Luego, la Productividad Primaria Potencial (PPP) se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{PPP} = 10,15 * X_2 \quad (2) \quad r^2 = 0,99$$

Siendo  $X_2$  el Período de Crecimiento (PC).

Para la aplicación de este método simplificado se necesita solamente la sumatoria de los meses citados precedentemente, que para el caso de nuestro ejemplo es:

Sumatoria de los meses junio, julio y agosto que para la localidad de Chos Malal es:

$$53,6 \text{ mm. (J)} + 32,0 \text{ mm. (J)} + 29,0 \text{ mm. (A)} = 114,6 \text{ mm.}$$

Por último resolviendo en (1) y (2) obtenemos que:

$$\text{PPP} = \underline{715 \text{ Kg. materia seca total/ha/año}}$$

Por este último método se puede estimar una prognosis del comportamiento del pastizal en cuanto a su productividad, conociendo la oferta pluvial del último invierno.

#### j) Cálculo de la Productividad Óptima de 'la Tierra Para el Pastoreo:

Para determinar la Productividad Óptima de la Tierra para el Pastoreo (POTP) expresada en Kg. de materia seca utilizable/ha/año, se debe ajustar la Productividad Primaria Potencial (PPP) por los siguientes factores:

$$\begin{aligned} \text{POTP} &= \text{PPP} * \text{FE} * \text{FIF} * \text{FU} \\ \text{FE} &= \text{Indicador de Factor Edáfico} \\ \text{FIF} &= \text{Indicador de Factor de Interés Forrajero} \\ \text{FU} &= \text{Indicador de Factor de Utilización} \end{aligned}$$

El análisis de cada factor, sus valores y tablas correspondientes se desarrolla en el apartado 'aspectos metodológicos específicos'. En este tópico se presenta un ejemplo relacionado con la Unidad Cartográfica N° 14, del Mapa de Suelos, en el Departamento Chos Malal.

Unidad Cartográfica N° 14.

- **Suelos Dominantes:**

Xeropsamientos y Xerortentes típicos (80% de la superficie)

Características de la tierra Indicador Factor Edáfico (FE)

Pendiente: 20% 0,8

Profundidad útil: 120 cm. 1,0

Salinidad: Ausente 1,0

Alcalinidad: Ausente 1,0

Textura: Gruesas 0,4

- Vegetación: Indicador Factor de Interés forrajero

Estepa herbácea (FIF) 0,7

Indicador Factor de Utilización

(FU)  
0,4

$$\text{POTP} = 715 * 0,32 * 0,7 * 0,4$$

$$\text{POTP} = 64.07 \text{ Kg. de materia seca utilizable/ha/año}$$



**- Suelos Subordinados:**

Haplacuales y Haploxeroles étnicos (20% de la superficie)

Características de la Tierra	Factor Edáfico
Pendiente: plano-cóncava	2,5
Profundidad útil: 140 cm.	1,0
Salinidad: Ausente	1,0
Alcalinidad: Ausente	1,0
Textura: Franco arenosa	1,0

**- Vegetación:**

	<u>Factor de Interés Forrajero</u> (FIF)
Vegas (H <sub>2</sub> mapa de vegetación)	0,5

	<u>Factor de Utilización</u> (FU)
	0,4

POTP = 715 \* 2,5 \* 0,5 \* 0,4

POTP = 357.5 Kg de materia seca utilizable/ha/año

Si se necesita conocer la Capacidad de Pastoreo Optima de la Tierra ó simplemente expresada como Capacidad de Pastoreo de la Tierra, se asume las necesidades diarias en materia seca de un ovino de 50 Kg. de peso promedio, en un 2,5% de su peso vivo; o sea 456,25 Kg de materia seca/año.

Por lo tanto se puede expresar los resultados de la siguiente forma:

Capacidad de Pastoreo de la Tierra (80% de la superficie)

0.14 EO/ha/año

Capacidad de Pastoreo de la Tierra (20% de la superficie)

0.783 EO/ha/año

Capacidad de Pastoreo de la Tierra de la UC. 14

0,2686 ha/año ó **3.72 ha/ovino/año**

### CALENDARIO CLIMATICO – ESTACIÓN CHOS MALAL

Datos de entrada:	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>Precipitación</b>	8.9	9.7	11.9	12.4	41.1	53.6	32.0	29.0	15.0	10.9	7.4	6
<b>Temperatura</b>	21.4	20.0	16.7	12.8	10.2	7.4	6.1	7.5	10.1	14.5	17.6	20
<b>Evapotranspiración</b>	124.8	95.4	75.0	45.3	30.8	17.9	14.6	21.2	34.7	65.8	89.9	115
<b>Radiación Global</b>	616	557	447	286	189	161	173	238	344	475	568	625

Precipitación anual: 238,5 mm.

Evapotranspiración anual: 730,8 mm.

Régimen de temperatura del suelo a 50 cm. profundidad, estimada a partir de datos de temperatura de aire, adicionado 2,5° C a la media anual y reduciendo su amplitud estacional mediante el factor 0,66.

Temperatura medida del suelo (grado centígrado)				Periodo en que la temperatura del suelo es mayor que				REGIMEN
Anual	Verano	Invierno	Diferencia	5°C		8°C		TERMICO
				Fecha inicio	Duración (días)	Fecha Inicio	Duración (días)	
16,2	20,7	11,8	8,9	-	360	5 Sep.	289	

**CALENDARIO EDAFOCLIMATICO – ESTACIÓN CHOS MALAL**

CALENDARIO TEMP. DEL SUELO  
 (-: T<5; 5: 5<T<8; 8: T>8)

MES

DIAS

1	11	21	30	
8888888888	8888888888	8888888888		ENERO
8888888888	8888888888	8888888888		FEBRERO
8888888888	8888888888	8888888888		MARZO
8888888888	8888888888	8888888888		ABRIL
8888888888	8888888888	8888888888		MAYO
8888888888	8888888888	8885555555		JUNIO
5555555555	5555555555	5555555555		JULIO
5555555555	5555555555	5555555555		AGOSTO
5555888888	8888888888	8888888888		SEPTIEMBRE
8888888888	8888888888	8888888888		OCTUBRE
8888888888	8888888888	8888888888		NOVIEMBRE
8888888888	8888888888	8888888888		DICIEMBRE

CALENDARIO HUMEDAD DEL SUELO  
 (1 = seco 2 = parc. Seco 3 = húmedo)

MES

DIAS

1	11	21	30	
1111111111	1111111111	1111111111		ENERO
1111111111	1111111111	1111111111		FEBRERO
1111111111	1111111111	1111111111		MARZO
1111111111	1111111111	1111111111		ABRIL
1111111111	1111111111	1111111111		MAYO
1111111111	1111222222	2222222222		JUNIO
2222222222	2222222222	2222222222		JULIO
2222222222	2222233333	3333333333		AGOSTO
3333333333	3333333333	3333333333		SEPTIEMBRE
3333333333	3333333333	3333333333		OCTUBRE
3332222222	2221111111	1111111111		NOVIEMBRE
1111111111	1111111111	1111111111		DICIEMBRE

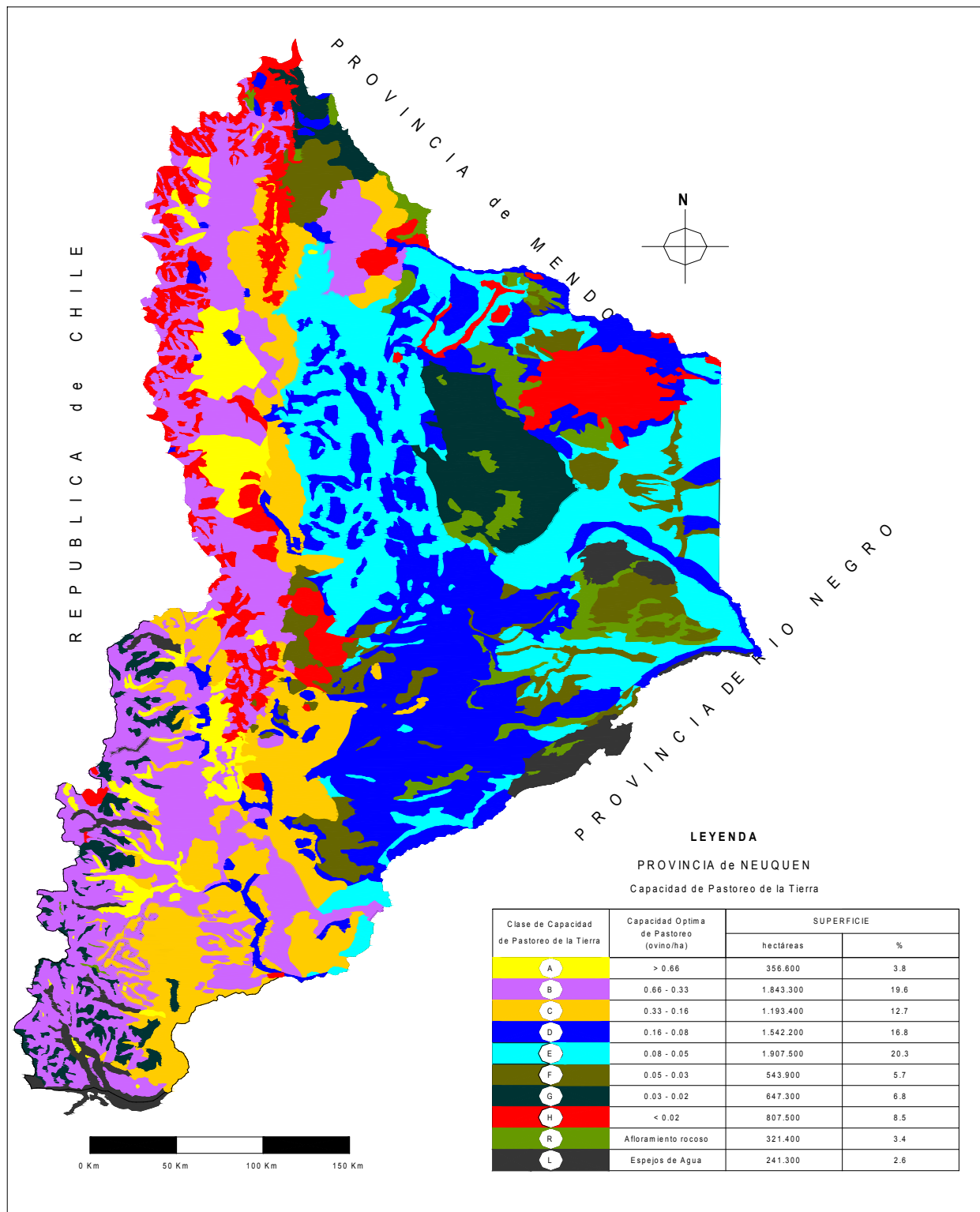


Fig 1. Mapa de Capacidad de Pastoreo de la Provincia de Neuquén

## B. PRESIÓN GANADERA

### INTRODUCCIÓN

Generalmente se acepta que el desarrollo sostenido será alcanzado solamente si los sistemas de uso de la tierra son elaborados de tal forma que sean económicamente viables en el corto plazo y mantengan (sostengan) la productividad del recurso natural en el largo plazo.

Sustentabilidad puede ser entendida en un sentido económico, político, social, cultural, institucional, aunque el énfasis está puesto en la sustentabilidad ecológica que se entiende como la habilidad del sistema agropecuario para mantener un cierto y bien definido nivel de rendimiento (producto) en el tiempo sin dañar la integridad ecológica del sistema.

A causa de la inclusión del factor tiempo y de la necesidad del sistema de responder a las exigencias de cambio, el uso sostenido es un concepto dinámico. Esencialmente está relacionado con aspectos de equidad intergeneracional, en contraste con el uso tradicional del término igualdad, referido a una distribución intrageneracional.

El concepto de sustentabilidad ecológica es similar al criterio de manejo sostenible de la tierra (SLM) definido por el Banco Mundial en su artículo De la Visión a la Acción (World Bank, 1997).

Estas definiciones requieren de instrumentos de evaluación apropiados, como son los indicadores de calidad de la tierra (LQI). El concepto de calidad de la tierra se refiere a la condición de salud de la tierra, específicamente su capacidad para el uso sostenido y el manejo del medio ambiente.

Los indicadores son de uso regular en aspectos económicos y sociales, por ejemplo: Producto Bruto Nacional, expectativa de vida, mortalidad infantil y algunos más evolucionados como EL Índice de Desarrollo Humano y EL índice de Bienestar Económico y los denominados Huella Ecológica y Espacio Ambiental.

En contraste, pocos son los indicadores disponibles para evaluar, monitorear y jerarquizar los cambios en la calidad de los recursos de la tierra o de los impactos de intervención humana en el terreno.

La degradación de la tierra en alta cuenca del Río Neuquén ha sido descrita por Robinson (1969), Mármol (1983) y posteriormente por Ferrer y Mendía (1984), donde se destaca la elevada tasa de producción de sedimentos en el Río Neuquén y los altos valores de erosión hídrica como consecuencia del sobrepastoreo.

El uso de la tierra en la región, casi exclusivamente ganadero y trashumante, ha tenido un incremento en los permisos de pastoreo y por lo tanto un aumento del número de animales en los campos de veranada (Baied, 1989).

Por otra parte, las superficies regadas o “amallinadas” crecieron a un ritmo, en algunos Departamentos, de más de 1000 ha/año que puede comprometer, a mediano plazo, el volumen disponible de agua en el Río Neuquén durante el estiaje (Mendía y col., 1998).

La Presión Ganadera ha sido utilizada como un Indicador de Calidad de la Tierra en la Cuenca del Río Aluminé, adyacente a la cuenca en estudio (Mendía, 1993, 1994, 2002)

En este trabajo se describen y relacionan la presencia de tierras con régimen ácuico de humedad frente a la acción del sobrepastoreo expresada como Presión Ganadera (FAO, 1985) y de esta forma orientar el futuro crecimiento de las áreas amallinadas.

#### **MATERIALES Y MÉTODOS.**

El área de estudio comprende a cinco Departamentos: Chos Malal, Minas, Ñorquín, Loncopué y Picunches, delimitados en su conjunto al oeste por la república de Chile y al este por la línea que separa el régimen de humedad de los suelos xérico del árido totalizando una superficie de 27428 km<sup>2</sup>

La información de los suelos con el régimen ácuico de humedad fue seleccionada de los registros realizados por Ferrer y col. (1990).

La identificación, localización, superficie y número de mallines por Departamento y su distribución, fue obtenida del trabajo realizado en el Oeste Neuquino, (C.F.I., 1994).

Los valores de la presión ganadera utilizados fueron extraídos de un trabajo anterior (Mendía, 1993) y expresa la relación carga ganadera óptima/carga ganadera real ( esta última, promedio de los Censos Departamentales de los últimos sesenta años).

La clasificación del Indicador de Presión Ganadera es:

Muy Alta < 0,5

Alta: 0.5 - 1.0

Moderada: 1.0 - 1.5

Ligera: > 1.5

El caudal medio de las cuencas tributarias, expresado en m<sup>3</sup>/s, fue obtenido de los informes hidrometeorológicos de la A.I.C. (1999).

La erosión hídrica, expresada como pérdida de suelos en tn/ha/año, ha sido inventariada por Ferrer y Mendía (1984), para toda el alta Cuenca del Río Neuquén, siguiendo los criterios de la FAO (1980).

Las clases de erosión hídrica según FAO (1985) expresada en tn/ha/año son:

Ligera: < 5

Moderada: 5 - 15

Grave: 15 - 25

Muy Grave: > 25

## RESULTADOS

La distribución de los suelos identificados con régimen ácuico de humedad (Soil Taxonomy, 1999) y que se comportan como "mallines" naturales y regados, se observa en la figura N°1.

La superficie total de estas tierras es de 89700 has. y se distribuyen en forma de mosaico, preferentemente por encima de los 1500 m. s.n.m.

La mayor proporción se encuentran en los Departamentos que se comportan como "veranadas": Minas y Ñorquén, que al mismo tiempo son los que presentan mayor número de mallines (Fig. N° 2).

Los dos subgrupos dominantes de suelos de régimen ácuico de humedad son los Typic Humaquepts y los Typic Endoaquolls (fig. N°3). Los primeros son los verdaderos mallines naturales y los segundos pueden incorporar riego suplementario pasando a llamarse Anthracuic Endoaquolls.

Loncopué y Chos Malal presentan la mayor superficie de suelos con régimen ácuico de humedad que son regados para "amallinarlos" (fig. N°4).

La presión ganadera varía entre 0,96 y 0,59 (fig. N°5) siendo mayores en los departamentos cuyas subcuencas tienen menor oferta hídrica (fig. N°6)

La erosión hídrica (fig. N°7) presenta valores más altos en los Departamentos que se comportan como "invernada" , con menor cobertura vegetal (Movía y col. 1980).

Al aumentar el porcentaje de suelos de régimen ácuico de humedad para cada Departamento, disminuye el indicador de Presión Ganadera (fig. N°8) Tendencia que se repite al compararlos con cada uno de los Subgrupos de suelos ácuicos identificados (fig. N°9 y N°10).

Los caudales de salida de cada subcuenca se relacionan en forma directa con el aumento en superficie de los suelos con régimen ácuico de humedad (fig. N° 11).



El número de mallines aumenta proporcionalmente con la presencia de Typics Humaquepts (fig. N°12) y disminuyen cuando aumenta los Typics Endoaquolls.(fig. N°13).

AL aumentar la Presión ganadera se elevan rápidamente las pérdidas de suelo por erosión hídrica (Fig. N°14).



Fenómenos de erosión con deslizamiento y reptación

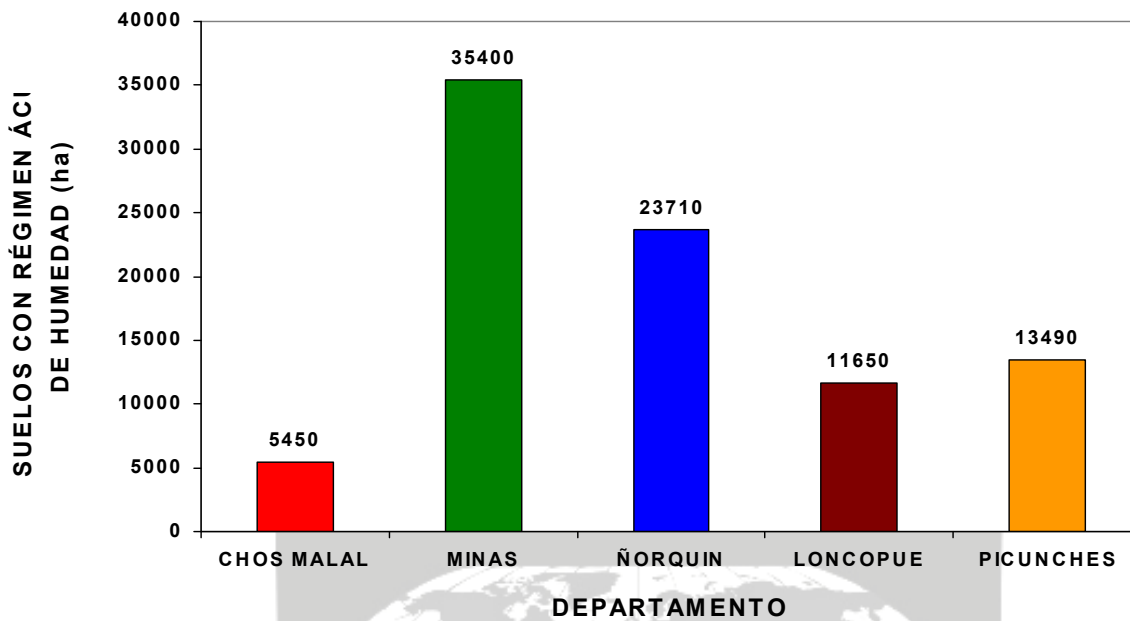


Fig.1 Distribución de los suelos con régimen ácuico de humedad

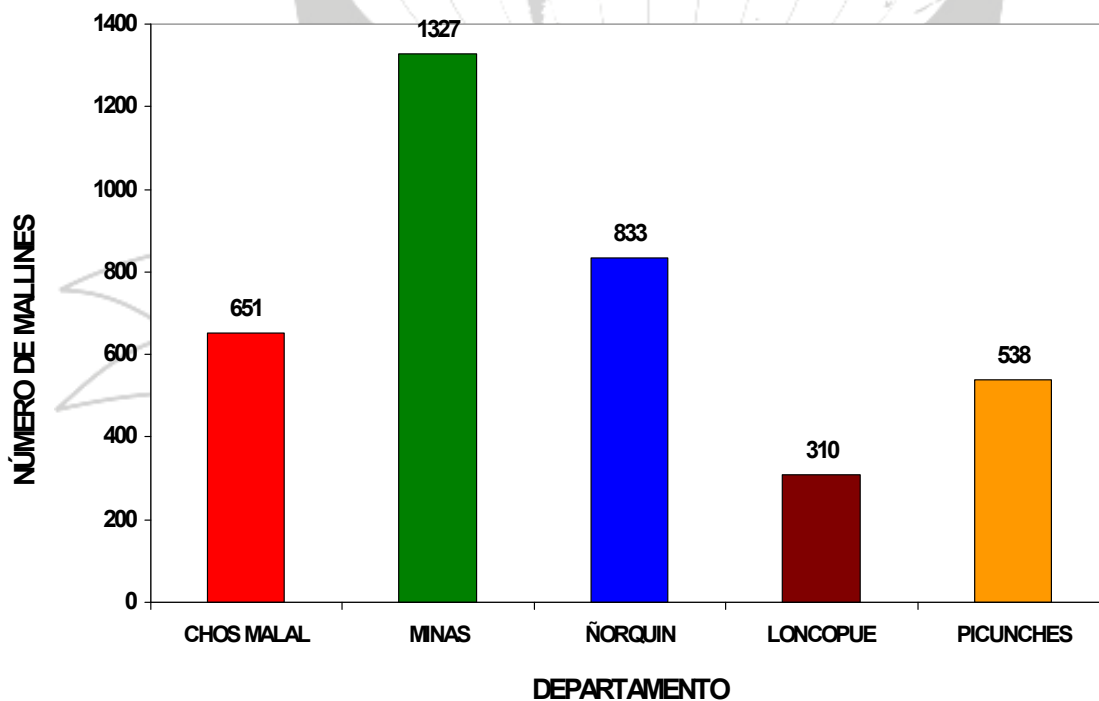


Fig.2 Distribución del número de mallines

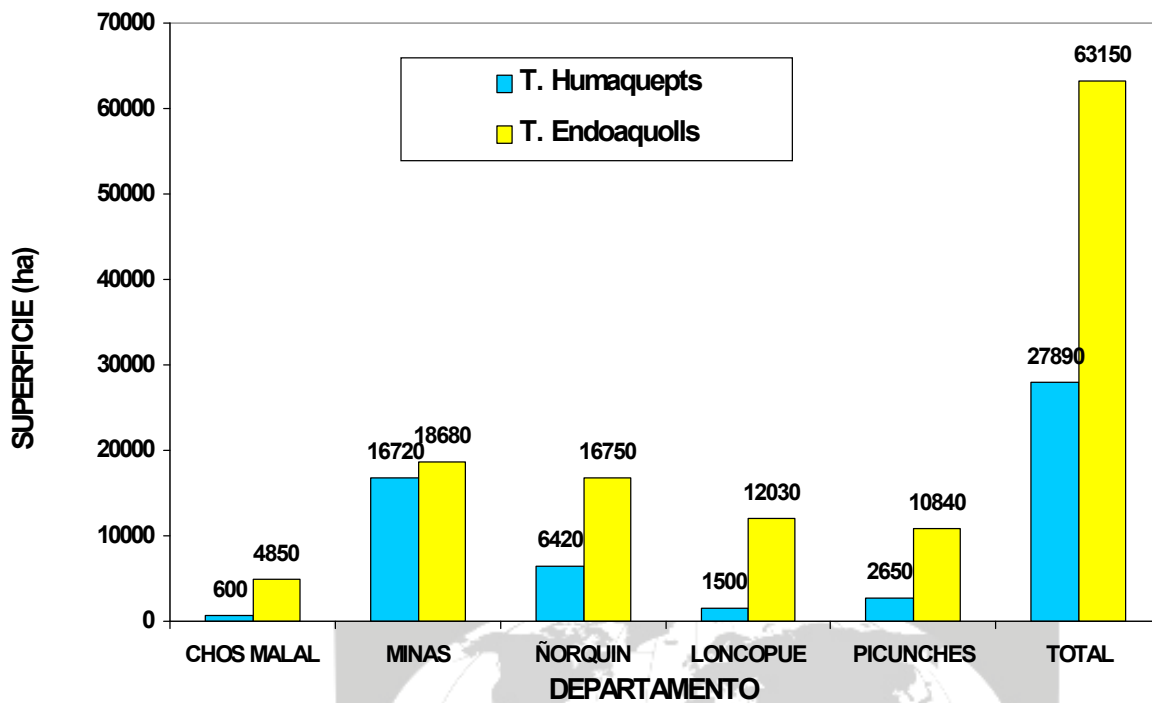


Fig.3 Distribución de los Grandes Grupos de suelos con régimen ácuico de humedad

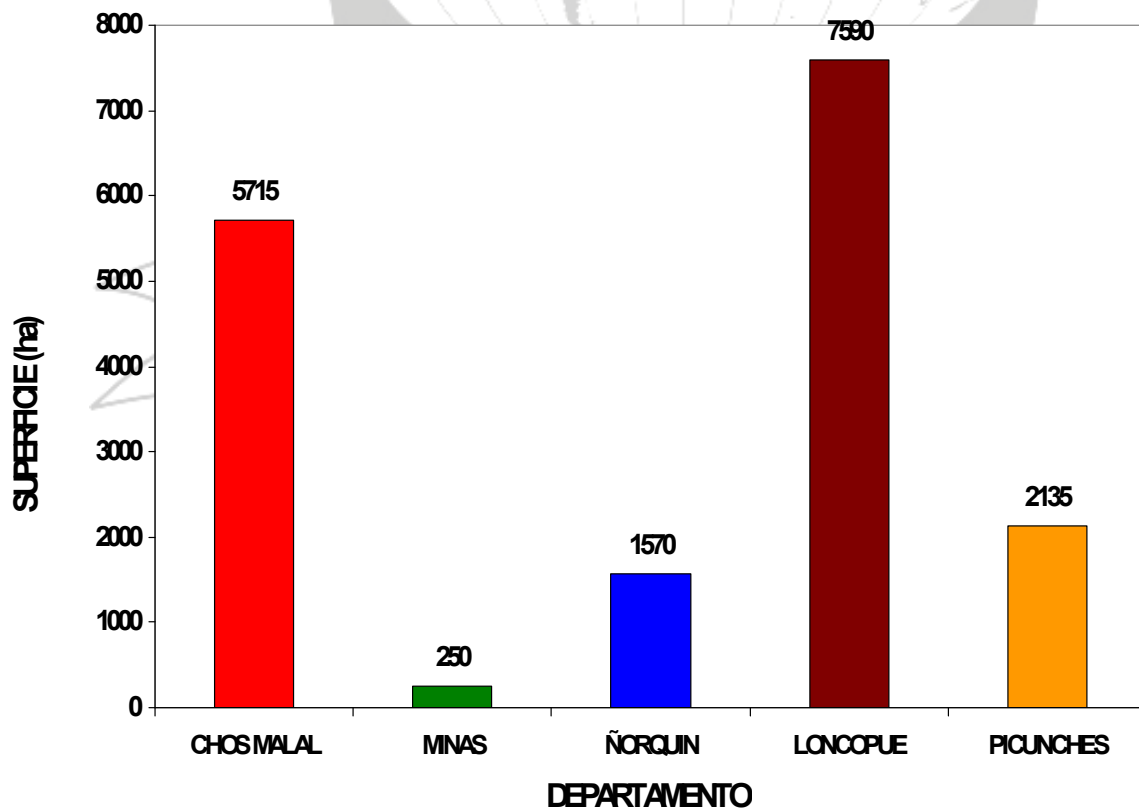


Fig.4 Distribución de la superficie regada en suelos de régimen no ácuico de humedad

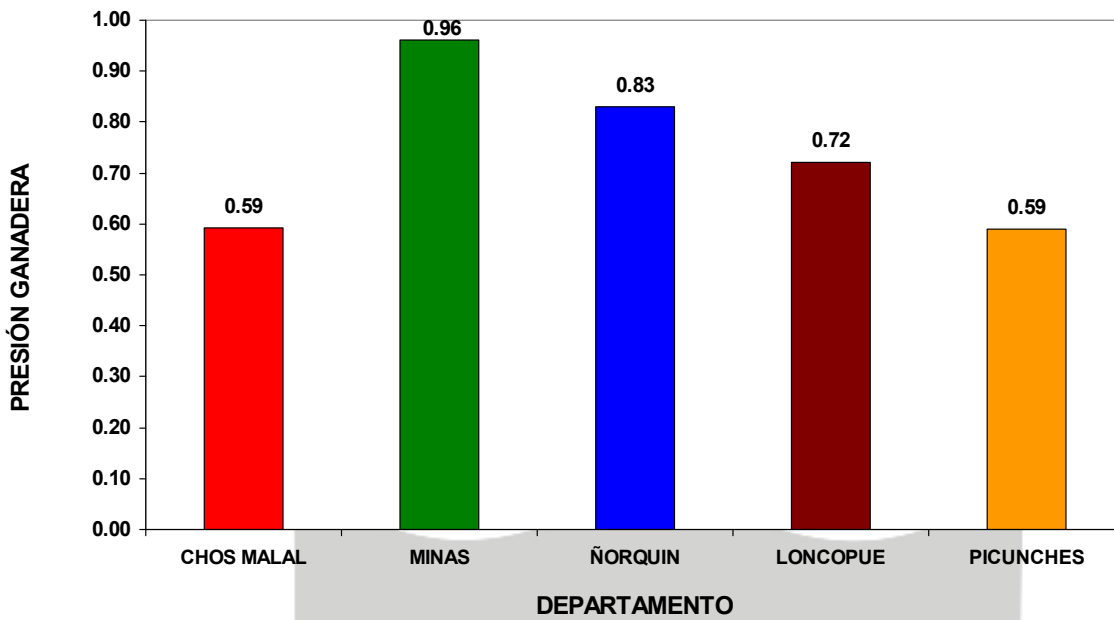


Fig.5 Distribución de la Presión Ganadera

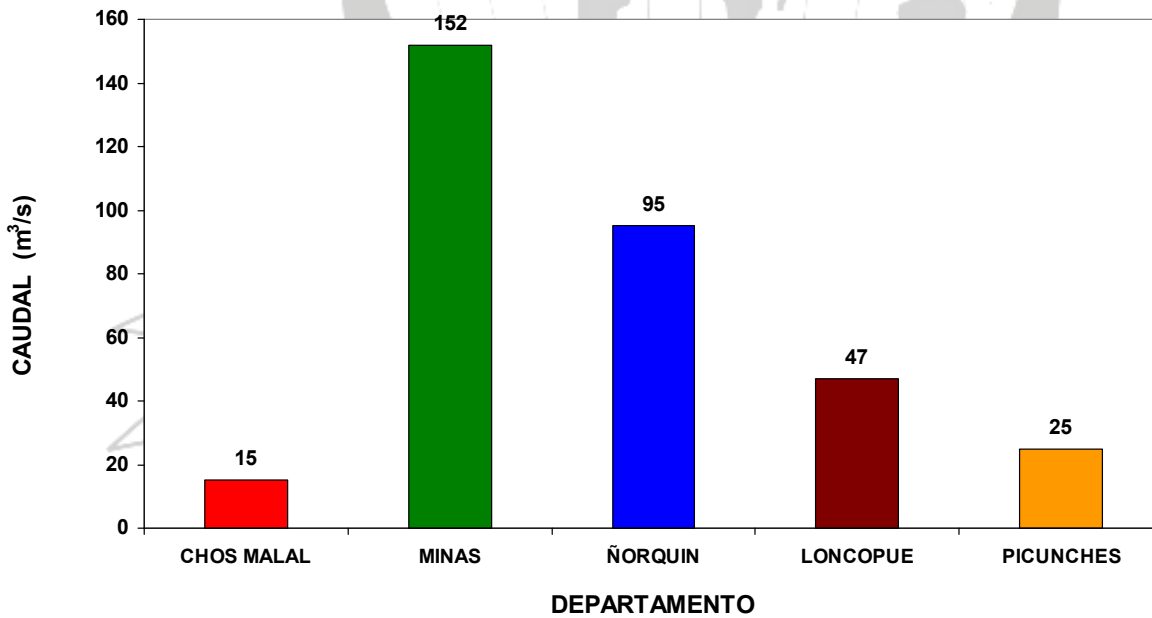


Fig. 6 Distribución de la oferta hídrica

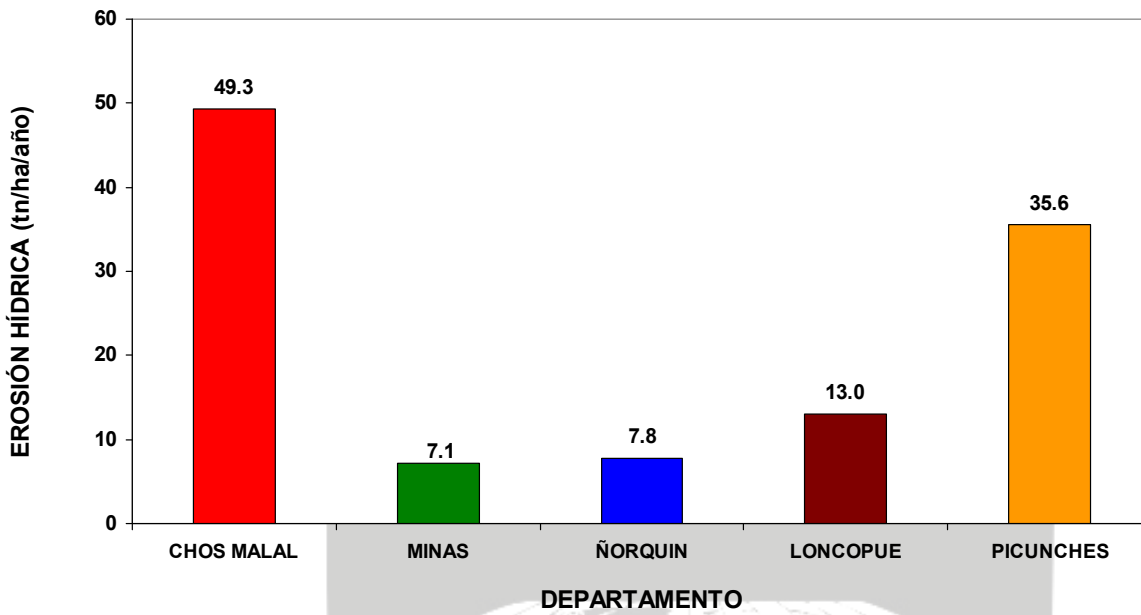


Fig. 7 Pérdida de Suelos por erosión hídrica

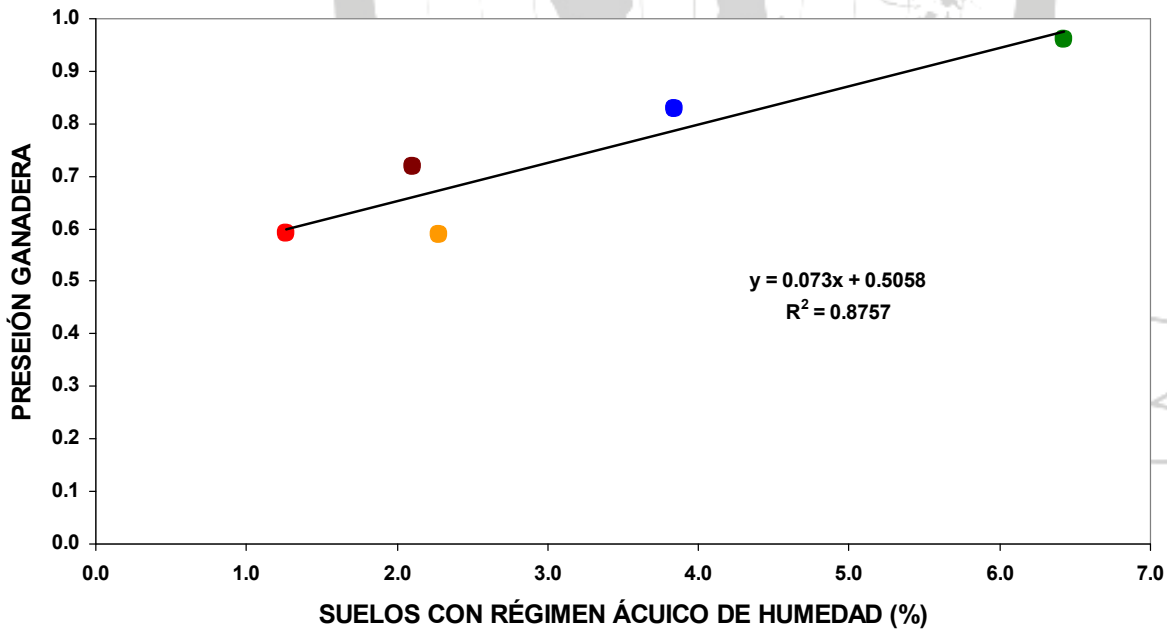


Fig. 8 Relación Presión Ganadera/Suelos con Régimen Ácuico de Humedad (Ver Anexo IV)

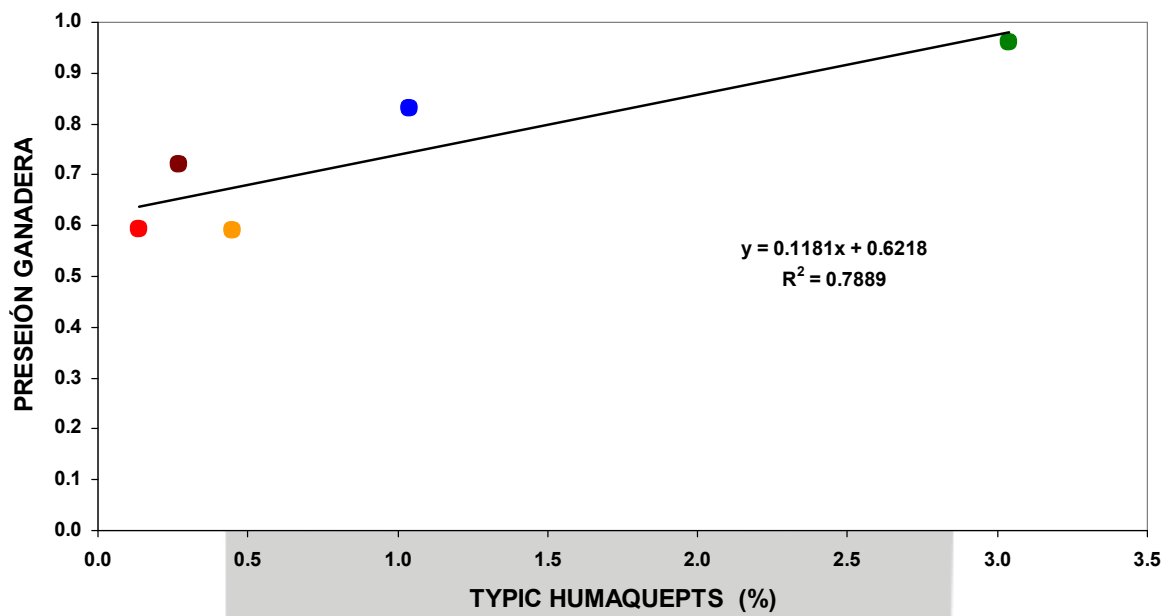


Fig. 9 Relación Presión Ganadera/ Typic Humaquepts  
(Ver Anexo V)

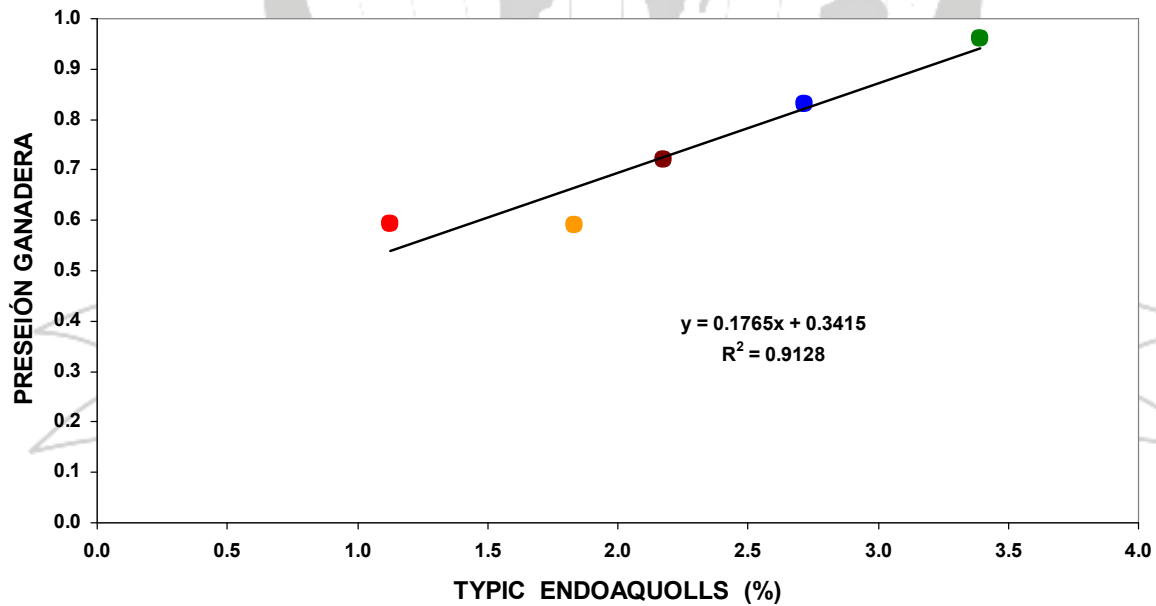


Fig. 10 Relación Presión Ganadera/ Typic Endoaquolls  
(Ver Anexo VI)

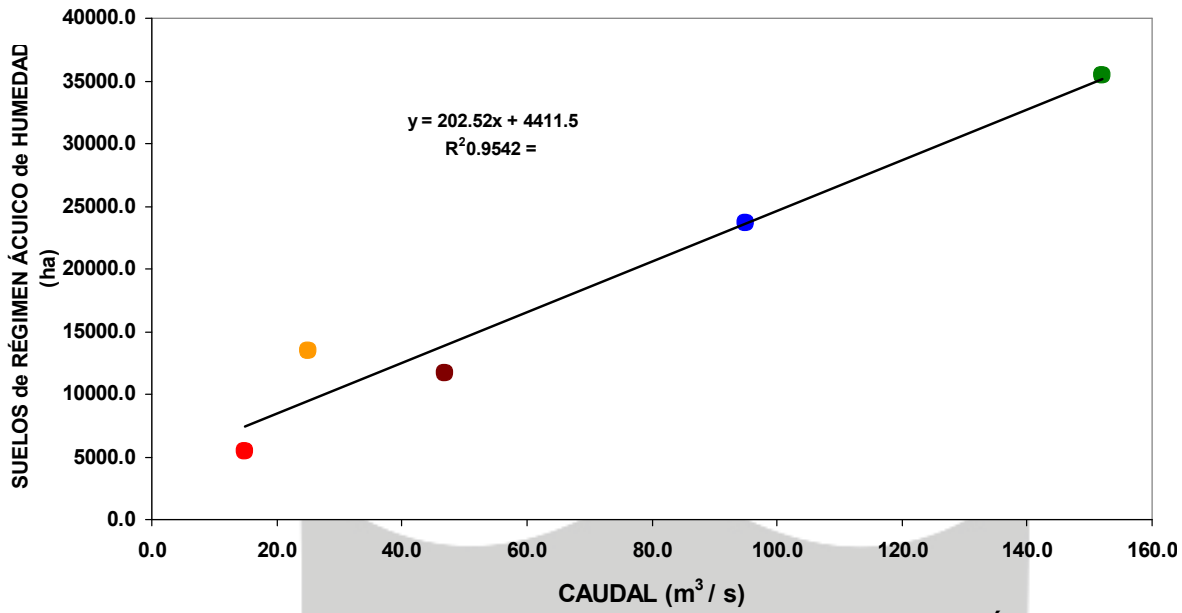


Fig. 11 Disponibilidad Hídrica /Suelos de Régimen Ácuico de Humedad (Ver Anexo VII)

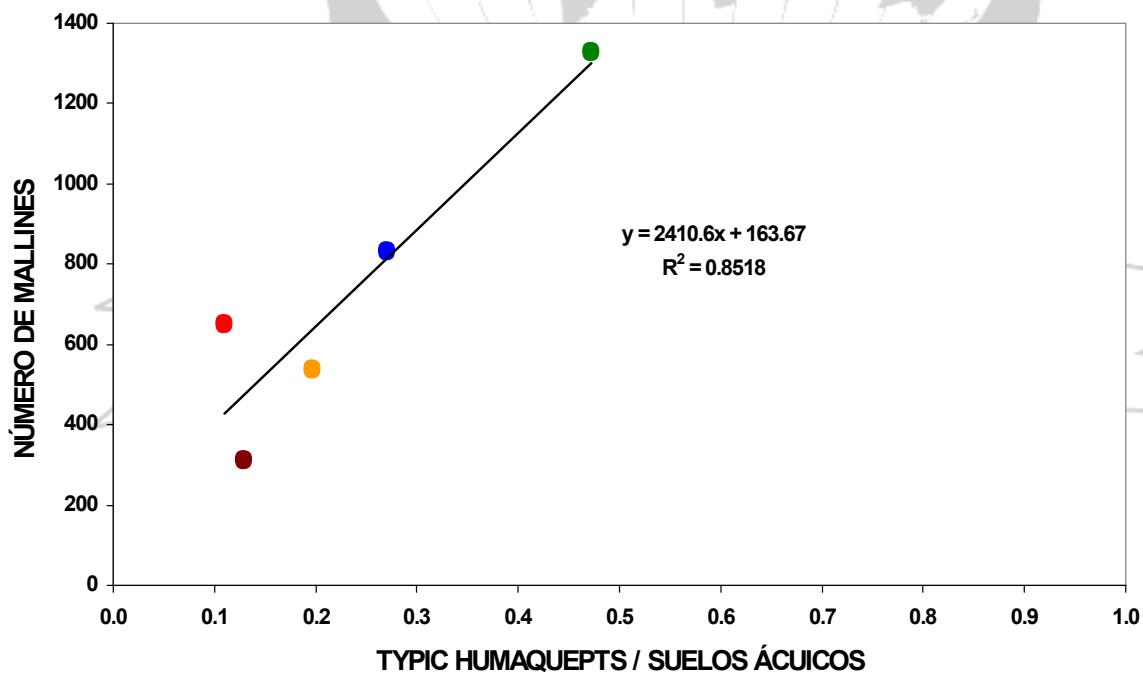


Fig. 12 Relación Número de mallines en función del Subgrupo de Suelos (Ver Anexo VIII)



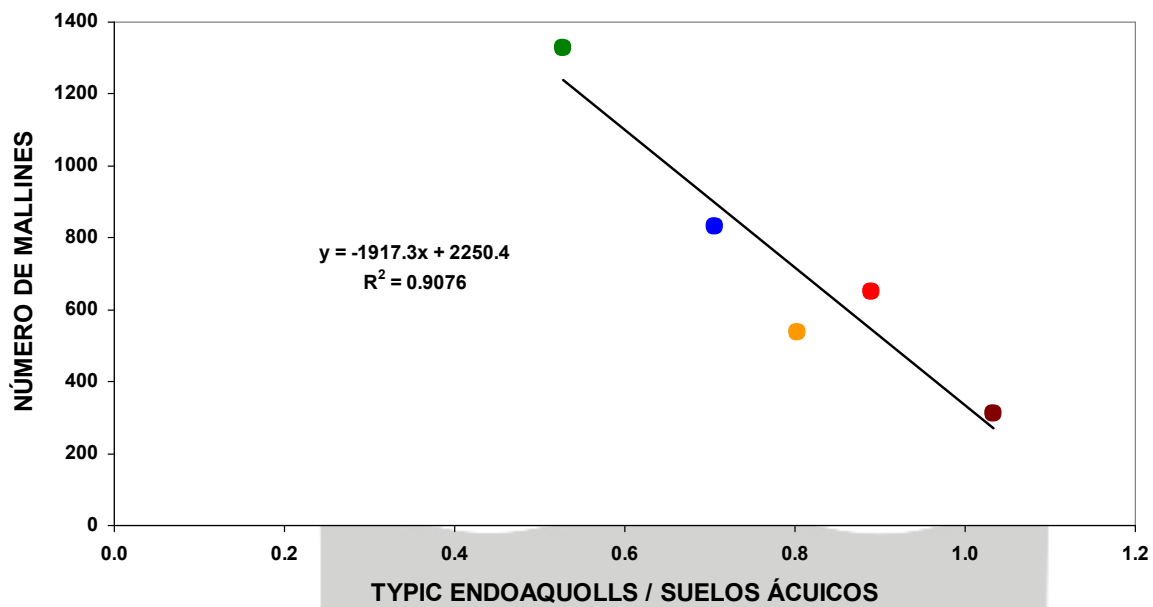


Fig. 13 Relación Número de mallines en función del Subgrupo de Suelos (Ver Anexo IX)

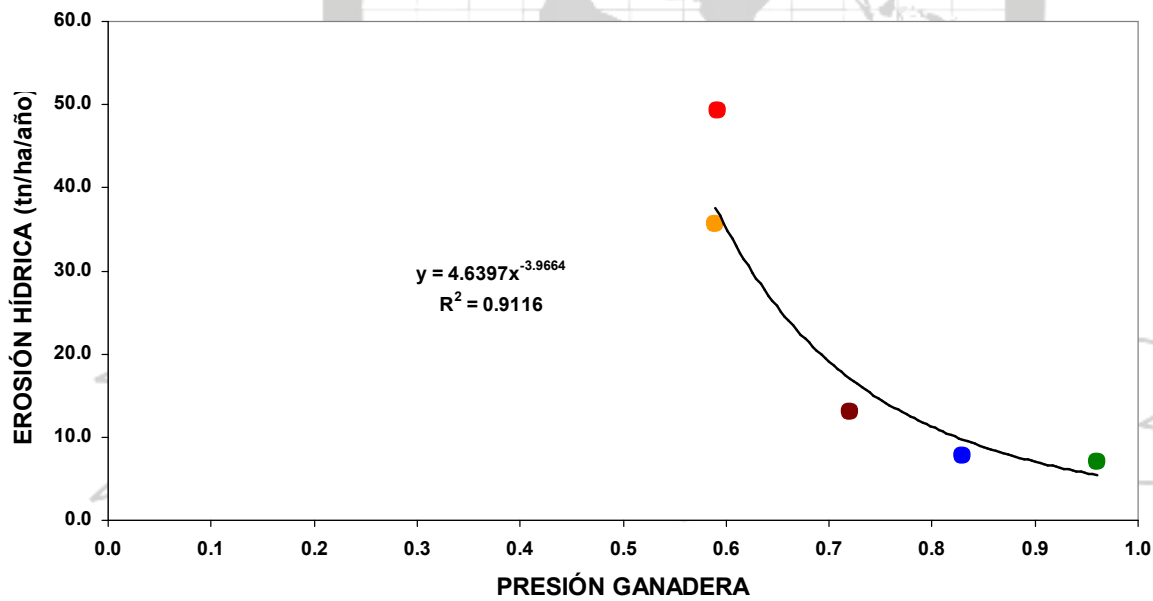


Fig. 14 Relación Presión Ganadera/Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica (Ver Anexo X)

## CONCLUSIONES.

Los suelos de régimen ácuico de humedad si bien no representan como máximo más de un 6% de la superficie, sustentan toda la ganadería trashumante en la época de "veranada" en la cuenca alta del Río Neuquén.

A la oferta permanente de los mallines naturales (Typics Humaquepts), la presencia de los Endoaquolls tanto naturales (Typic) como regados (Anthracuic) aseguran una baja presión ganadera.

Al aumentar los caudales promedios en las diferentes subcuencas, se confirma la presencia de una mayor superficie afectada de suelos con régimen ácuico de humedad, explicando las relaciones naturales establecidas para la génesis de estos suelos.

El mayor número de mallines se localizan sobre los Typics Humaquepts, aunque de menores dimensiones que los desarrollados en los Endoaquepts.

Pagiola (1999) explica que en las tierras de pastoreo extensivo uno de los mayor problema es diagnosticar la presión de pastoreo en la ganadería migratoria.

Sin embargo, evidencias considerables muestran que las estrategias tradicionales utilizadas por los aborígenes en la ganadería migratoria, son utilizadas en la actualidad como técnicas modernas en respuesta al stress ambiental (Scoones, 1995).

En algunos países los Gobiernos subsidian a la ganadería migratoria durante los tiempos de sequía prolongada, debido al obstáculo del movimiento del ganado en respuesta a los cambios climáticos. Si bien alivia el problema a corto plazo, el mantenimiento de altos stock a largo plazo causa dificultades para prevenir la normal regeneración ecológica de la vegetación (Pratt y col., 1997).

En los campos de veranada de la Alta Cuenca del Río Neuquén, la Presión Ganadera demuestra ser un Indicador de Sustentabilidad que se relaciona con las pérdidas de suelo y que es el resultado del aumento cíclico de los permisos de pastaje hacia las veranadas (Baied, 1989).

La reciente mensura de las tierras fiscales que lleva adelante la Provincia del Neuquén en esta zona con el fin de su privatización, plantea un nuevo escenario donde el rol de gestión y control de los Organismos Provinciales competentes, necesita de indicadores ambientales de monitoreo para la evaluación de la degradación de la tierra.

Aumentar la superficie de riego sobre suelos no ácuicos y en subcuencas de baja disponibilidad hídrica parece ser la combinación que pone en riesgo la sustentabilidad del ecosistema a largo plazo

La Presión ganadera (PG) se relaciona con la pérdida de suelo por erosión hídrica (t/ha/año) como se observa en la figura 14 y se expresa mediante la ecuación:

$$Y = 4.6397 * X^{-3.9664}$$

Y= Pérdida de suelo (t/ha/año)

X = Presión Ganadera

Sustentabilidad Ambiental en Tierras para pastoreo		
Presión Ganadera		Pérdida de suelo T/ha/año
Ligera	> 1.5	< 11
Moderada	1.5 – 1.0	35
Grave	1.0 – 0.5	50
Muy grave	< 0.5	≥ 200

Valores de Presión Ganadera menores a 0.7 deben ser tenidos en cuenta como un umbral de sustentabilidad ambiental a la hora de realizar las intervenciones necesarias en el manejo y gestión de cuencas en tierras de pastoreo extensivo y trashumante.

La sustentabilidad en las tierras de pastoreo está en función principalmente de la presión ganadera, es decir aquel plus de carga sobre el óptimo determinado y que produce como consecuencia directa la pérdida de suelo. Como fortalezas ante esa situación existe una respuesta rápida de adecuación a la sustentabilidad ya que con la utilización del indicador de presión ganadera podemos aconsejar el número óptimo de animales en el campo y evitar que la degradación de la tierra por erosión hídrica produzca la disminución en peso de los animales y el avance en el mediano plazo de la degradación de la tierra hacia el proceso irreversible de la desertificación antrópica.

## BIBLIOGRAFÍA

- A.I.C. 1999. Estadísticas de Caudales medios y Derrames, período 1982-1999. Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro.
- BAIED 1989. Transhumance and Land Use In the Northern Patagonian Andes. Mountain Research and Development, Vol 9, N° 4, pp 365-380.
- C.F.I. 1994. Estudio de Mallines en el Oeste Neuquino. Informe Final.
- FAO. 1980. Metodología Provisional para la evaluación de la degradación de los suelos
- FAO. 1985. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification.
- FERRER, J. y MENDÍA, J. 1984. Estimación de la Erosión Hídrica en la Cuenca Alta del Río Neuquén. Conferencia Nacional Erosión y Conservación de Suelos y del Agua, Relato, pp 191-201.
- FERRER, J, IRISARRI, J. y MENDÍA J. 1990. Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén, 6 tomos y 38 mapas.
- MÁRMOL, L., 1983. Estudio de la Cuenca del Río Neuquén para el control de la erosión y sedimentación en áreas degradadas de la Provincia. OEA, Proyecto de Cooperación Técnica para el Desarrollo Regional de las Provincias Argentinas.
- MENDÍA, J., FERRER, J. y IRISARRI, J., 1993. Evaluación de la Capacidad de Pastoreo en la Provincia de Neuquén, Guía de Campo. Universidad Nacional del Comahue-Ministerio de la Producción de la Provincia del Neuquén.

MENDÍA, J. y CAPUTO, G. 1993. Caracterización del tipo de utilización de la tierra en regiones mediterráneas de Trashumancia en Patagonia (Argentina). Publicado en "El estudio del suelo y de su degradación en relación con la desertificación. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, tomo III, pp. 1321-1328.

MENDÍA, J. y CAPUTO, G. 1994. Evaluación de los Riesgos de degradación de la tierra y propuestas de acción en la Cuenca del Río Aluminé-Collón Curá -Neuquén, Argentina. En Resúmenes del II Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Mérida, Venezuela.

MENDÍA, J., ROCA, J. y TIPPING, E., 1998. El Uso Sostenible del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Neuquén, en función del Potencial Crecimiento de las Áreas bajo Riego. Anales del XVII Congreso nacional del Agua, Santa Fe. pp. 546-555.

MENDÍA, J. 2002. Indicadores de Sustentabilidad de la Tierra en la Gestión de Cuencas Hidrográficas Publicado en el CD del XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo: Puerto Madryn. Chubut, Argentina

MOVIA, C. 1980. Vegetación de la Provincia del Neuquén, tomos I. II y III. Subsecretaría de Recursos Naturales.

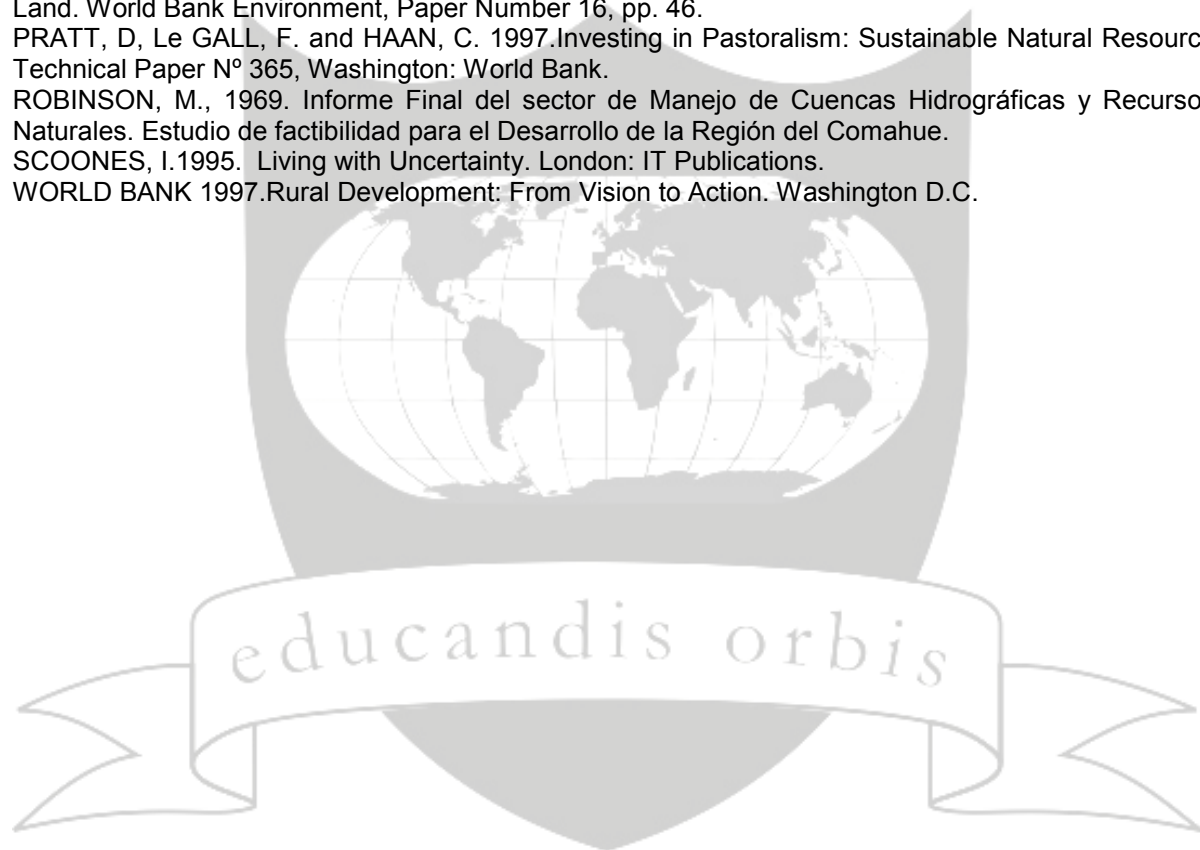
PAGIOLA, S. 1999. The Global Environmental Benefits of Land Degradation Control on Agricultural Land. World Bank Environment, Paper Number 16, pp. 46.

PRATT, D, Le GALL, F. and HAAN, C. 1997. Investing in Pastoralism: Sustainable Natural Resource Technical Paper N° 365, Washington: World Bank.

ROBINSON, M., 1969. Informe Final del sector de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Recursos Naturales. Estudio de factibilidad para el Desarrollo de la Región del Comahue.

SCOONES, I. 1995. Living with Uncertainty. London: IT Publications.

WORLD BANK 1997. Rural Development: From Vision to Action. Washington D.C.



## ANEXO IV

Algoritmo para el cálculo de la Relación Presión Ganadera / Suelos con Régimen Ácuico de Humedad (ver fig.8)

$$PG = b_0 + b_1 * \%acuicos$$

### Summary

R	0.936
R <sup>2</sup>	0.876
R <sup>2</sup> adjusted	0.834
Standard Error	0.06480
# Points	5
PRESS	0.03
R <sup>2</sup> for Prediction	0.698
Durbin-Watson d	1.922
First Order Autocorrelation	-0.232
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	8.775

### ANOVA

Source	SS	SS%	MS	F	F Signif	df
Regression	0.08870	88	0.08870	21.13	0.01935	1
Residual	0.01260	12	0.00420			3
Total	0.101	100				4

### PG = b<sub>0</sub> + b<sub>1</sub> \* %acuicos

	P value	Std Error	-95%	95%	t Stat
b <sub>0</sub>	0.506	0.00323	0.05832	0.320	0.691 8.673
b <sub>1</sub>	0.07303	0.01935	0.01589	0.02246	0.124 4.596

## ANEXO V

Algoritmo para el cálculo de la Relación Presión Ganadera / Typic Humaquepts (ver fig.9)

$$PG = b_0 + b_1 * \%Humac$$

### Summary

R	0.888
R <sup>2</sup>	0.789
R <sup>2</sup> adjusted	0.719
Standard Error	0.08442
# Points	5
PRESS	0.13
R <sup>2</sup> for Prediction	-0.312
Durbin-Watson d	1.636
First Order Autocorrelation	-0.036
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	11.433

### ANOVA

Source	SS	SS%	MS	F	F Signif	df
Regression	0.07991	79	0.07991	11.21	0.04411	1
Residual	0.02138	21	0.00713			3
Total	0.101	100				4

### PG = b<sub>0</sub> + b<sub>1</sub> \* %Humac

	Pvalue	Std Error	-95%	95%	t Stat
b <sub>0</sub>	0.622	0.00121	0.05137	0.458	0.785 12.10
b <sub>1</sub>	0.118	0.04411	0.03528	0.00586	0.230 3.348

## ANEXO VI

Algoritmo para el cálculo de la Relación Presión Ganadera / Typic Endoaquolls (ver fig.10)

$$PG = b_0 + b_1 * \%Endbac.$$

### Summary

R	0.955
R <sup>2</sup>	0.913
R <sup>2</sup> adjusted	0.884
Standard Error	0.05426
# Points	5
PRESS	0.03
R <sup>2</sup> for Prediction	0.678
Durbin-Watson d	0.704
First Order Autocorrelation	0.176
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	7.348

### ANOVA

Source	SS	SS%	MS	F	F Signif	df
Regression	0.09246	91	0.09246	31.41	0.01123	1
Residual	0.00883	9	0.00294			3
Total	0.101	100				4

### PG = b<sub>0</sub> + b<sub>1</sub> \* %Endbac

	P value	Std Error	-95%	95% t Stat
b <sub>0</sub>	0.342	0.01974	0.07486	0.103 0.580 4.562
b <sub>1</sub>	0.177	0.01123	0.03150	0.07627 0.277 5.604



## ANEXO VII

Algoritmo para el cálculo de la relación Suelos de Régimen Ácuico de Humedad / Disponibilidad hídrica (ver fig.11)

$$\text{suelos\_ácucos} = b_0 + b_1 * \text{Caudal}$$

### Summary

R	0.977
R <sup>2</sup>	0.954
R <sup>2</sup> adjusted	0.939
Standard Error	2907.8
# Points	5
PRESS	57494824.57
R <sup>2</sup> for Prediction	0.896
Durbin-Watson d	1.971
First Order Autocorrelation	-0.382
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	16.208

educandis orbis

### ANOVA

Source	SS	SS%	MS	F	F Signif	df
Regression	528145926.4	95	528145926.4	62.46	0.00422	1
Residual	25365273.56	5	8455091.186			3
Total	553511200	100				4

### *suelos\_ácucos = b0 + b1 \* Caudal*

	Pvalue	Std Error	-95%	95% t Stat
b0	4411.5	0.132	2149.6	-2429.6 11252.6 2.052
b1	202.52	0.00422	25.62	120.97 284.07 7.903

### ANEXO VIII

Algoritmo para el cálculo de la Relación Número de mallines en función del Subgrupo de Suelos (Ver fig.12)

$$N^{\circ}_{\text{mallines}} = b_0 + b_1 * \text{Humac/acuic}$$

#### Summary

R	0.923
R <sup>2</sup>	0.852
R <sup>2</sup> adjusted	0.802
Standard Error	170.20
# Points	5
PRESS	234315.67
R <sup>2</sup> for Prediction	0.600
Durbin-Watson d	0.872
First Order Autocorrelation	0.224
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	23.258

#### ANOVA

Source	SS	SS%	MS	F	F Signif	df
Regression	499604	85	499604	17.25	0.02538	1
Residual	86902.5	15	28967.5			3
Total	586507	100				4

$$N^{\circ}_{\text{mallines}} = b_0 + b_1 * \text{Humac/acuic}$$

	Pvalue	Std Error	-95%	95% t Stat		
b0	163.67	0.373	156.55	-334.54	661.88	1.045
b1	2410.6	0.02538	580.46	563.35	4257.9	4.153

## ANEXO IX

Algoritmo para el cálculo de la Relación Número de mallines en función del Subgrupo de Suelos (Ver fig.13)

$$N^{\circ}\_mallines = b_0 + b_1 * Endoac/acuic$$

### Summary

R	0.953
R <sup>2</sup>	0.908
R <sup>2</sup> adjusted	0.877
Standard Error	134.44
# Points	5
PRESS	161623.74
R <sup>2</sup> for Prediction	0.724
Durbin-Watson d	1.444
First Order Autocorrelation	-0.099
Collinearity	1.000
Coefficient of Variation	18.371

### ANOVA

Source	SS	SS%	MS	F	F Signif	df
Regression	532286	91	532286	29.45	0.01228	1
Residual	54220.5	9	18073.5			3
Total	586507	100				4

### $N^{\circ}\_mallines = b_0 + b_1 * Endoac/acuic$

	P value	Std Error	-95%	95% t Stat
b0	0.00429	286.21	1339.5	3161.2 7.863
b1	0.01228	353.30	-3041.7	-792.96 -5.427

## ANEXO X

### ESTIMACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA EN FUNCIÓN DE LA PRESION GANADERA

Valorización económica. Se estima la incidencia de la Pérdida de suelo por erosión hídrica en la producción de carne caprina/ovina

Estimación del Ingreso Bruto por producción de carne (\$/ha)

Datos

Consumo 1 Ovino= 456,25 Kg MS/año

Tasa de conversión MS/kg carne= 7:1

Precio Kg vivo Caprino Abril / Mayo 2020 Frigorífico CORDEC (Chos Malal)= \$ 233,33

Peso medio de Faena= 12 Kg.

Precio por animal 12 Kg.= \$ 2800

Evaluación de la Disminución de la producción por la pérdida de suelo (erosión hídrica, ver Ecuación, fig.14)

Presión Ganadera	Pérdida de Suelo (tn/ha/año)	Disminución en la producción de carne (%)	Ingreso Bruto/ha (\$)
1,00	5	100	15208
0,95	6	95	14448
0,90	7	90	13687
0,85	9	85	12927
0,80	11	80	12166
0,75	15	75	11406
0,70	19	70	10646
0,65	26	65	9885
0,60	35	60	9125
0,55	50	55	8364
0,50	73	50	7604
0,45	110	45	6844
0,40	176	40	6083
0,35	298	35	5323
0,30	550	30	4562

## ANEXO 11

El sobrepastoreo y la pérdida de suelo por Erosión hídrica

