

“Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de Santa Cruz”

***Utrilla, V.R.^{1,2*}; Andrade, M.^{1,2}; Billoni, S.²; Peri, P.L.^{1,2}; Sturzenbaum,
M.V.³ y Rogel, B.⁴***

1. INTA EEA Santa Cruz (Convenio INTA-CAP-UNPA).

2. Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

3. AER INTA Rio Gallegos.

4. Becaria alumna de la UNPA

*vutrilla@correo.inta.gov.ar



(Abril , 2014)

▪ **Ediciones**

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Índice General:

1. Introducción:	3
2. Objetivo General:	3
3. Objetivos específicos:	3
4. Metodología:	3
4.1. Identificación de los mallines:	3
4.2. Caracterización de la vegetación y determinación de la disponibilidad forrajera:	5
4.3. Descripción de los suelos:	5
4.4. Evaluación de la dinámica hídrica y calidad del agua:	6
4.5. Relevamiento de otros indicadores de degradación:	6
4.6. Análisis estadístico:	6
5. Resultados y discusión (Ciclos 2010/11 y 2011/12):	7
5.1. Variables climáticas:	7
5.2. Uso actual de los mallines	8
5.3. Variables de la vegetación, suelo e hídricas	8
5.3.1. Caracterización de la vegetación y determinación de la disponibilidad forrajera: ..	8
5.3.2. Descripción de los suelos:	16
5.3.3. Evaluación de la dinámica hídrica y calidad del agua:	20
5.4. Relevamiento de otros indicadores de degradación:	22
5.5. Análisis estadístico de las principales variables indicadoras:	22
6. Principales consideraciones:	25
7. Bibliografía consultada y citada:	26
8. Agradecimientos:	28
9. Anexo:	29

1. Introducción:

Los principales disturbios que afectan los mallines en Patagonia están vinculados con alteraciones en su dinámica hídrica y el pastoreo intensivo y continuo durante períodos prolongados (Raffaele, 1999). Estos disturbios fueron provocando en éstos ambientes procesos de degradación por disminución de la cobertura aérea vegetal, erosión hídrica por escurrimiento superficial resultante en surcos y cárcavas, salinización debido a la alta evaporación de agua y compactación del suelo por efecto del pisoteo animal (Bonvissutto *et al.*, 1992; Del Valle, 1993). Existen antecedentes de indicadores cuantitativos de deterioro para los mallines de Santa Cruz, a partir de claves objetivas para la caracterización cuantitativa del nivel de deterioro o condición de los mallines como herramienta para la toma de decisiones al momento de planificar su uso (Suárez *et al.*, 2010; Ormaechea *et al.*, 2010). Sin embargo, es importante determinar las causas que resultan en distintas condiciones de degradación considerando variables de la vegetación, suelo y agua. Estos estudios deberían colaborar en generar acciones de mitigación que resulten en un uso ganadero más sustentable del pastizal, suelo y agua de éstos ambientes (Bran, 2009).

2. Objetivo General:

Evaluar los indicadores de la vegetación, suelo y agua en los sectores húmedo y seco de mallines de valle que definen las distintas condiciones de degradación (buena, moderada y muy deteriorada) por el pastoreo ovino.

3. Objetivos específicos:

- ✓ Caracterizar los mallines bajo estudio.
- ✓ Relevar variables de la vegetación por sector del mallín.
- ✓ Describir parámetros físico-químicos e hídricos edáficos de los sectores evaluados y de calidad de agua freática.
- ✓ Identificar e integrar los indicadores de vegetación, suelo y agua más relevantes por sector del mallín y para todas las condiciones de deterioro.
- ✓ Relevar signos de erosión hídrica y presencia de salinidad.
- ✓ Cuantificar la temperatura y precipitaciones en el período diciembre-junio.
- ✓ Relevar el uso actual de los mallines bajo estudio.

4. Metodología:

4.1. Identificación de los mallines:

Con la premisa de representar las condiciones de deterioro en un sector húmedo y seco del mallín bajo estudio, en el Sur de Santa Cruz se seleccionaron dos mallines ubicados en el piso de valle de la cuenca media del Río Coyle, en el área ecológica de la Estepa Magallánica Seca (Ea. Las Horquetas) correspondiente a los sectores descriptos bajo condiciones moderada y severamente deteriorados (Ormaechea *et al.*, 2010; Suárez *et al.*, 2010), y otro en la cuenca alta del mismo río situado en el borde del área de Matorral de Mata Negra (sector húmedo bajo condición buena) (Puesto La Tapera). Los mallines se

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de Santa Cruz"

ubicaron geográficamente (latitud, longitud) con GPS (Marca: GARMIN), y mediante el uso de recortes de imágenes satelitales de los sensores Landsat 7 y 5 TM (30 m x 30 m) se determinó la forma del mallín (Bran *et al.*, 1998), la ubicación de los sitios de estudio e identificación de los sectores húmedo y seco incluidos (Mazzoni y Vázquez, 2004; Peri *et al.*, 2003) (Figuras 1 y 2). Con respecto a ello, cabe mencionar que el relevamiento inicial de estos ambientes con distinta condición de deterioro detectó la imposibilidad de ubicar un sector seco con buena condición debido al uso intensivo histórico de éste sector que genera un progresivo deterioro de la vegetación (Bonvissuto *et al.*, 1992; Bran *et al.*, 2004) y suelo de muy difícil recuperación (Del Valle, 1993).

Por su parte, en cada mallín se instaló un datalogger (Marca HOBO) para medir la temperatura ambiental y un pluviómetro de campo para el registro de precipitaciones. Finalmente, se relevó el uso actual de los mallines, a través de la carga y categoría animal, sistema de pastoreo, meses o duración de uso y superficie del potrero o cuadro abarcativo.

Figura 1: Ubicación de los sitios de muestreo en los sectores húmedo y seco de los mallines de forma alargada y bajo condición moderada (Mod.Det.) y muy deteriorados (Muy Det.). Ea. Las Horquetas, Santa Cruz.

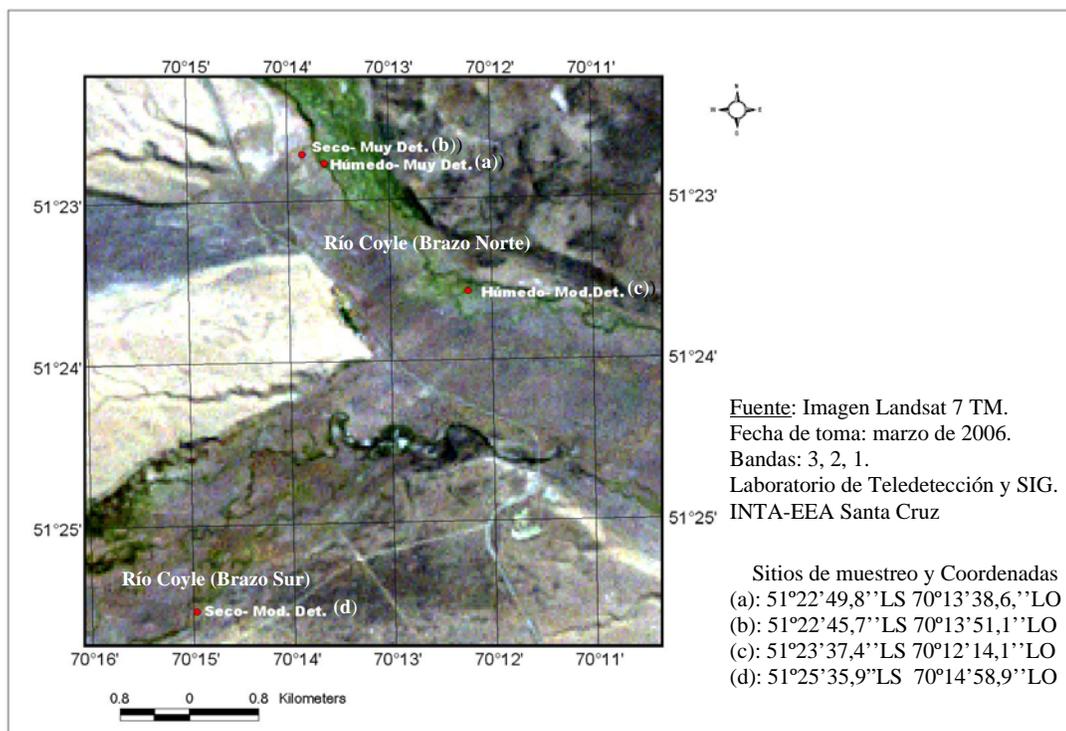
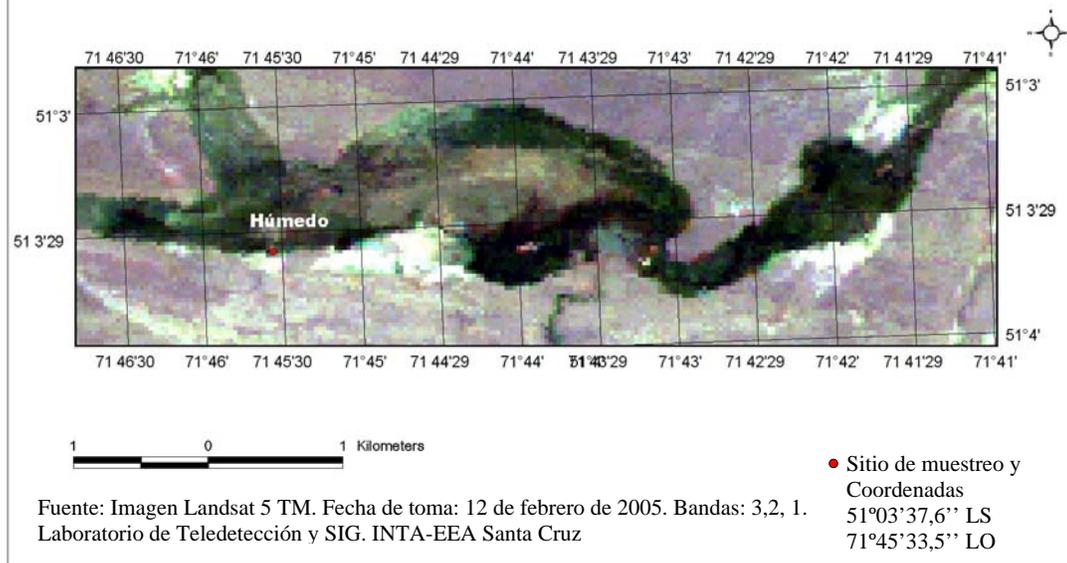


Figura 2: Ubicación del sitio de muestreo en el sector húmedo del mallín de valle de forma alargada bajo condición buena. Puesto La Tapera.



4.2. Caracterización de la vegetación y determinación de la disponibilidad forrajera:

En sitios representativos de cada sector y condición del mallín, se realizó 1 censo de vegetación para determinar su composición florística a través de la cobertura foliar absoluta de especies mediante la escala de abundancia-dominancia (Braun Blanquet, 1932). Luego, en los sitios descriptos se ubicaron aleatoriamente en sentido perpendicular al cauce principal o secundario del mallín tres transectas de 50 m para realizar lectura de puntos en línea con toques de aguja cada 20 cm (Levy and Madden, 1933). Así, se midió al inicio (diciembre) y final (abril) de dos ciclos de uso (2010/11 y 2011/12) del mallín la cobertura de los siguientes parámetros: especies forrajeras, especies indicadoras de deterioro, material muerto en pie, mantillo y suelo desnudo (Suárez *et al.*, 2010). Luego, se determinó la cobertura vegetal total, riqueza florística y diversidad mediante presencia de especies con el índice de Shannon-Weaver en todas las transectas por sector y condición del mallín. Así, se utilizaron valores promedios para las variables descriptas y totales para riqueza y diversidad. Además, en cada transecta se realizaron dos cortes de pastizal (diciembre y abril) con un marco de 0,1 m² para determinar la biomasa viva y muerta (previamente separada) y se midió la altura media inicial y final de la especie forrajera más pastoreada.

4.3. Descripción de los suelos:

Al inicio y final de la temporada de crecimiento, se recolectaron por sector tres muestras de suelo (1 muestra representativa por transecta) a una profundidad de 0 a 15 cm, en los mallines con condición buena, moderada y muy deteriorada y tres muestras adicionales sin "Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 5 Santa Cruz"

vegetación en el sector seco con mayor deterioro. Por su parte, al inicio del primer ciclo de estudio se obtuvieron dos muestras adicionales (1 para cada sector) a una profundidad de 15 a 30 cm para caracterizar con mayor detalle los suelos relevados. Luego, en laboratorio se determinaron los siguientes parámetros: Clase Textural, pH, Resistencia en Pasta y Conductividad Eléctrica, Carbono Orgánico (CO), Materia Orgánica (CO x 1,728), Nitrógeno Total, Fósforo Soluble (Método Olsen), Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio (solubles e intercambiables), Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros y Sulfatos. Cabe mencionar que, para la evaluación de suelos de los mallines bajo estudio se siguieron criterios utilizados por los Laboratorios de Suelos de las EEA's INTA Bariloche y Trelew (Citado por San Martino, 2003) y Grados de Degradaciones de Suelos, Cátedra Tecnología de Suelos: <http://edafologia.ugr.es>. Además, al inicio y final de cada ciclo se realizaron por sitio y sector de cada mallín tres mediciones de resistencia mecánica del suelo (como indicador del grado de compactación) a cinco profundidades (5, 10, 15, 20 y 30 cm) con un penetrómetro de cono (PENETRÓMETRO ANALÓGICO MERIDIENS), y se recolectaron con un cilindro metálico de 100 cm³ tres muestras de los primeros 5 cm de suelo para determinar densidad aparente. Para ello, las muestras se secaron en estufa para obtener el peso seco.

4.4. Evaluación de la dinámica hídrica y calidad del agua:

En el sector húmedo de cada condición de mallín y vecino a los cauces se instalaron tres freatómetros (1 por transecta) de PVC y perforados a una profundidad de 1,5 m para medir las oscilaciones freáticas mensuales desde diciembre hasta abril. Cabe mencionar que, este monitoreo solamente se realizó en este sector en virtud del efecto de la dinámica hídrica de los cauces evaluado en un estudio previo (Utrilla *et al.*, 2008). Además, al final del segundo ciclo se recolectaron tres muestras de agua de la napa para caracterizar parámetros de calidad a través de las siguientes determinaciones en laboratorio: pH, Conductividad eléctrica, Sales totales, % de Sodio, Dureza, Relación de Absorción de Sodio (RAS) y aptitud para el riego. Finalmente, en cada sitio y sector se determinó mensualmente en el período descripto la humedad del suelo a 30 cm, mediante gravimetría.

4.5. Relevamiento de otros indicadores de degradación:

En un área establecida, se relevó al final del segundo ciclo en los sectores húmedo y seco de los mallines con deterioro moderado y severo la presencia de signos de erosión hídrica, tales como: surcos, cárcavas, encostramiento y plantas en pedestal. Para ello, se delimitó el área de estudio mediante el uso de un recorte de imagen satelital (Geo 50 cm 4 bandas) y las observaciones se realizaron en transectas de 110 m con lecturas cada 5 m (Total: 8 transectas). Así, el relevamiento descripto permitió cuantificar el grado (leve o grave) y tipo de erosión hídrica (laminar incipiente o laminar con surcos y cárcavas) observada (Rogel, 2012. Inédito). Finalmente, se registró la presencia de manchones de salinidad, sobre todo, en los sectores secos muy deteriorados.

4.6. Análisis estadístico:

Al inicio y final de la temporada del primer y segundo ciclo de crecimiento, se exploró la variabilidad entre condiciones y sectores para las siguientes variables: suelo desnudo,

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de Santa Cruz" 6

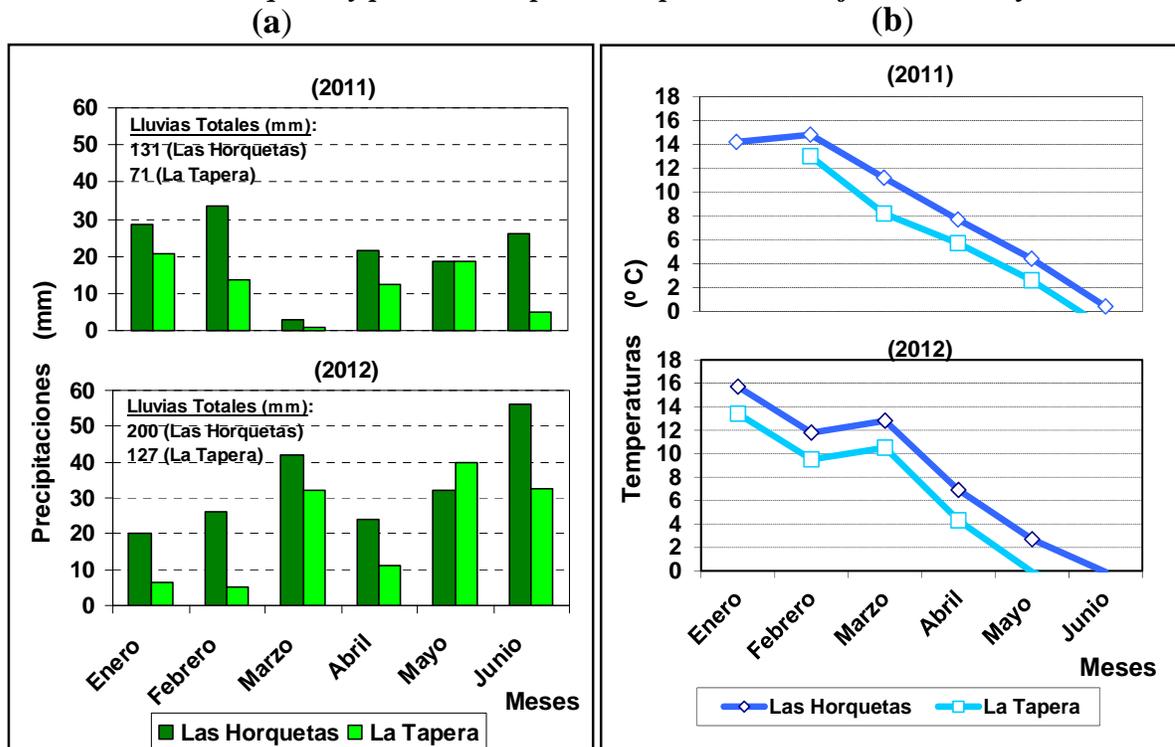
especies indicadoras, mantillo, biomasa, resistencia mecánica, densidad aparente, pH, materia orgánica y resistencia en pasta con Análisis de Componentes Principales (ACP) y se utilizaron matrices de correlación. Los datos de cada sector se analizaron por Análisis de Varianza con un modelo completamente aleatorizado (a partir de la distribución aleatoria de las transectas) con condición como fuente de variación y transecta como repetición. Las diferencias entre medias se evaluaron con la prueba de Duncan (nivel de significación del 5%). Finalmente, los valores de resistencia mecánica y densidad aparente del suelo se sometieron a un análisis de regresión para determinar su relación con la humedad edáfica.

5. Resultados y discusión (Ciclos 2010/11 y 2011/12):

5.1. Variables climáticas:

La información recolectada en el período enero-junio de los años 2011 y 2012 indicó que las lluvias acumuladas (Figura 3a) y temperaturas medias mensuales (Figura 3b) fueron mayores en los mallines de la estancia Las Horquetas en relación al mallín del puesto La Tapera. Por su parte, en el período agosto-noviembre del año 2011 se registraron mayores lluvias en el primer sitio descrito (66,5 mm) con respecto al segundo (47 mm). Además, en ambos sitios se reportaron menores precipitaciones durante enero y febrero del 2012 y mayores lluvias a partir de marzo, y una disminución más pronunciada de la temperatura media mensual a partir del mismo mes en relación al 2011.

Figura 3: Lluvias (mm) (a) y temperaturas medias mensuales (°C) (b) registradas en la estancia Las Horquetas y puesto La Tapera en el período enero-junio de 2011 y 2012.



"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 7 Santa Cruz"

5.2. Uso actual de los mallines

Durante el período de estudio, el mallín con buena condición que ocupa un campo de 1051 has fue utilizado durante enero y febrero del 2011 con 2000-2500 ovejas seleccionadas (2,2 anim/ha) y 4500-5000 ovejas de la majada general (4,5 anim/ha), respectivamente, y desde mediados de enero a fines de abril del 2012 (106 días) con 7000 ovejas (6,7 anim/ha). Además, los mallines bajo condición moderada y muy deteriorada e incluidos en potreros de 164 y 140 has, respectivamente, fueron aprovechados con 300 corderos (1,8 anim/ha) desde mitad de diciembre a fines de enero (45 días) del 1º año, y sin animales hasta mayo del 2º, y con 300 (2,1 anim/ha) y 500 ovejas (3,6 anim/ha) el 1º y 2º año (desde febrero a fines de abril, 59 días), respectivamente.

5.3. Variables de la vegetación, suelo e hídricas

A continuación, se presenta información descriptiva sobre los parámetros de estudio con comparaciones cualitativas hechas en virtud de no realizar un análisis estadístico de cada variable

5.3.1. Caracterización de la vegetación y determinación de la disponibilidad forrajera:

En el sector húmedo del mallín de condición buena la composición florística inicial de la vegetación estuvo representada principalmente por *Carex gayana*, mientras que en los mallines moderadamente y muy deteriorados hubo una mayor cobertura absoluta de *Poa pratensis*, en el primer caso, y *Juncus balticus con Taraxacum officinale*, en el segundo. En cambio, en el sector seco con deterioro moderado predominó *Festuca pallescens* y prevaleció *Stipa chrysophylla* en la condición más deteriorada (Tabla 1).

Tabla 1: Cobertura absoluta inicial (1º ciclo) de especies (%) descripta mediante escalas de abundancia-dominancia por condición y sector del mallín.

Condición del mallín	Buena		Moderadamente deteriorado		Muy deteriorado	
Sector	Húmedo	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Clases de forraje						
Gramíneas						
<i>Agrostis</i> sp.		0-5		✓	0,1	✓
<i>Agrostis stolonifera</i>	25-50					0,1
<i>Alopecurus</i> sp.	0,1					
<i>Bromus setifolius</i>		0-5	0-5	✓	5-25	✓
<i>Deyeuxia aff. poaeoides</i>	0,1					0,1
<i>Festuca pallescens</i>				25-50		0-5
<i>Festuca pyrogea</i>		✓	0,1	✓		
<i>Hordeum comosum</i>		✓	5-25	0-5	0-5	✓
<i>Hordeum</i> sp.	0,1					
<i>Poa spiciformis</i>				✓		0-5
<i>Poa pratensis</i>	0-5	25-50	✓	5-25	✓	5-25
<i>Stipa chrysophylla</i>						25-50

(Continuación)

Condición del mallín	Buena		Moderadamente deteriorado		Muy deteriorado	
Sector	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco	
Clases de forraje						
Leguminosas						
<i>Trifolium repens</i>		5-25	5-25	0,1		
Graminoides						
<i>Carex macloviana</i>			0,1	0-5		0,1
<i>Carex gallana</i>	50-75	5-25	5-25	0-5		0-5
<i>Colobanthus quitensis</i>		0,1				
<i>Juncus balticus</i>		5-25	5-25	25-50		5-25
Herbáceas						
<i>Acaena magellanica</i>	0,1	0-5	0-5	0,1		0,1
<i>Baccharis sp.</i>						0,1
<i>Caltha sagittata</i>				0,1		
<i>Cerastium arvense</i>	0,1	0,1	0,1			
<i>Hypochoeris hookeeri</i>				0,1		0,1
<i>Luzula chilensis</i>			0,1			
<i>Plantago lanceolata</i>				0,1		0,1
<i>Pratia sp.</i>		0,1				
<i>Sisyrinchium junceum</i>			0,1			
<i>Taraxacum officinale</i>		5-25	5-25	25-50		5-25
Otras				0,1		
Subarbustos						
<i>Azorella fueguiana</i>				0,1		
<i>Azorella monanthos</i>						0,1
<i>Azorella trifurcata</i>			0,1			0,1
<i>Empetrum rubrum</i>				0,1		0,1
<i>Lycium repens</i>						0,1

ESCALA ABUNDANCIA-DOMINANCIA:

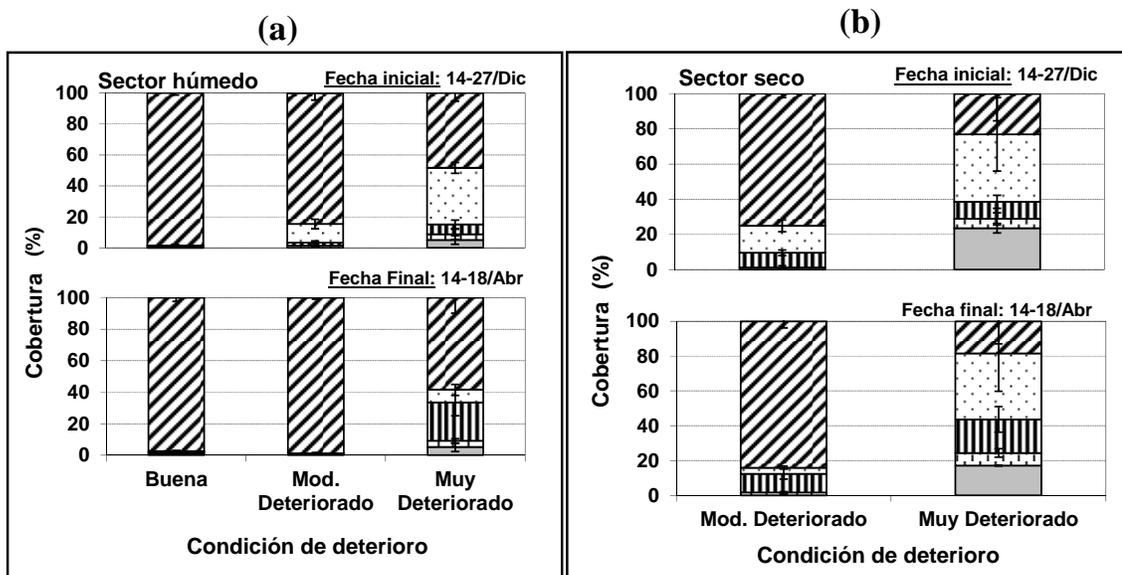
75-100%: en cualquier número y cubren mas del 3/4 de la superficie
 50-75%: en cualquier número y cubren desde 1/2 hasta 3/4 de la superficie
 25-50%: en cualquier número y cubren desde 1/4 hasta 1/2 de la superficie
 5-25%: en cualquier número pero cubren hasta 1/4 de la superficie
 0-5%: abundante pero cobertura despreciable
 0,1%: muy rara y cobertura despreciable

Por su parte, al inicio del período de uso (a partir de diciembre) de los mallines en ambos ciclos y con el cambio en la condición de deterioro de éstos ambientes, se relevó en el sector húmedo un aumento en la cobertura relativa de especies indicadoras de deterioro (Figura 4a y c), sobre todo en la condición más deteriorada, con predominio del *Taraxacum officinale* (diente de león) que registró valores del 36 y 37% para el 1° (Foto 1a) y 2° ciclo, respectivamente. Además, en el sector seco de los mallines bajo condición moderada y muy deteriorada predominaron *T. officinale* (9 y 5%) y *Stipa chrysophylla* (43 y 49%), para estas condiciones y el 1° y 2° año, respectivamente (Figura 4 b y d). Cabe mencionar que, Bonvissuto *et al.* (1992) reportaron un aumento de *T. officinale* con un

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de Santa Cruz"

mayor deterioro del pastizal en mallines periféricos del área de Sierras y Mesetas de Patagonia. Además, Bran *et al.* (2004) mencionan la aparición de *Stipa speciosa* como indicadora de sobrepastoreo del mallín que puede acelerar la generación de procesos de erosión hídrica que resultan en el desecamiento de este ambiente. Asimismo, en la condición más deteriorada de éste sector hubo un aumento apreciable en la ocupación de suelo desnudo (Foto 1b) y de mantillo en el 2º ciclo (Figura 4d). Con respecto a la cobertura de especies indicadoras al final de la 1ª temporada, cabe mencionar que en los sectores húmedo y seco de los mallines moderadamente deteriorado, y húmedo con deterioro severo, no se relevó el *T. officinale*, en razón de su avanzado estado de senescencia, por un lado, y la caída de material foliar en el sector húmedo mas deteriorado, por el otro. Sin embargo, al final del 2º año se relevó un 13% de ésta especie en el sector húmedo del mallín más degradado (Figura 4c).

Figura 4: Valores de cobertura (% ± desvío estándar) de especies forrajeras (▨) e indicadoras (▤), mantillo (▧), material muerto en pie (▩) y suelo desnudo (□) por condición y sector (húmedo: a y c; seco: b y d) del mallín al inicio y final de período de uso de los ciclos 2010/11(a y b) y 2011/12 (c y d).



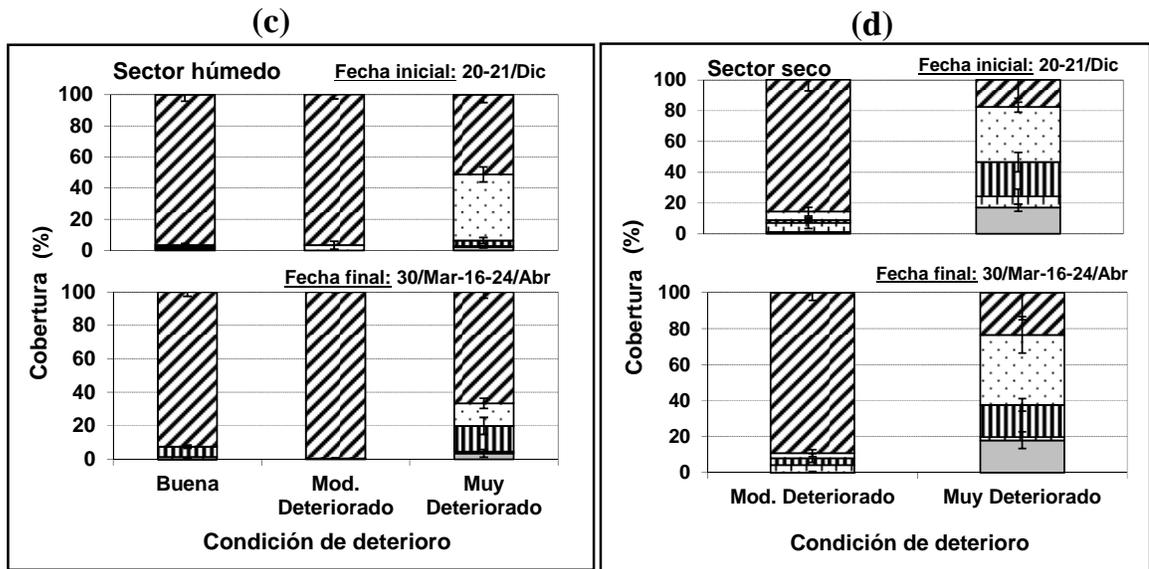
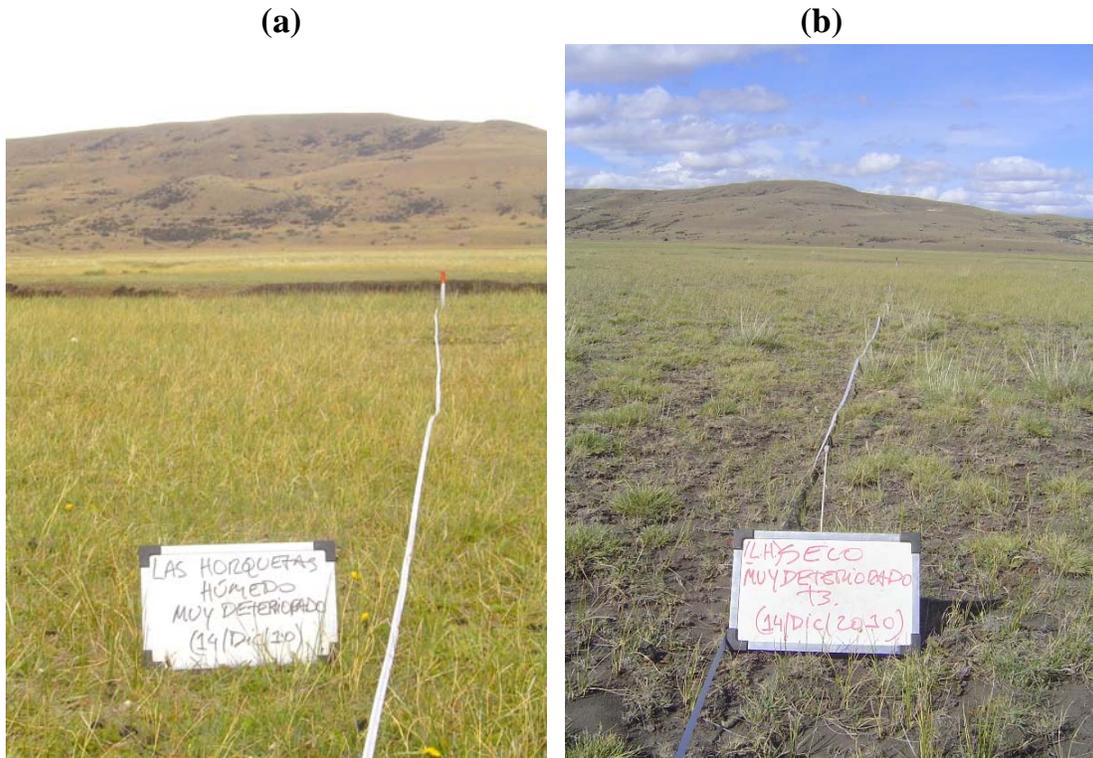


Foto 1: Presencia de *Taraxacum officinale* y suelo desnudo en los sectores húmedo (a) y seco (b) de los mallines muy deteriorados (Ciclo 2010/11).



"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 11 Santa Cruz"

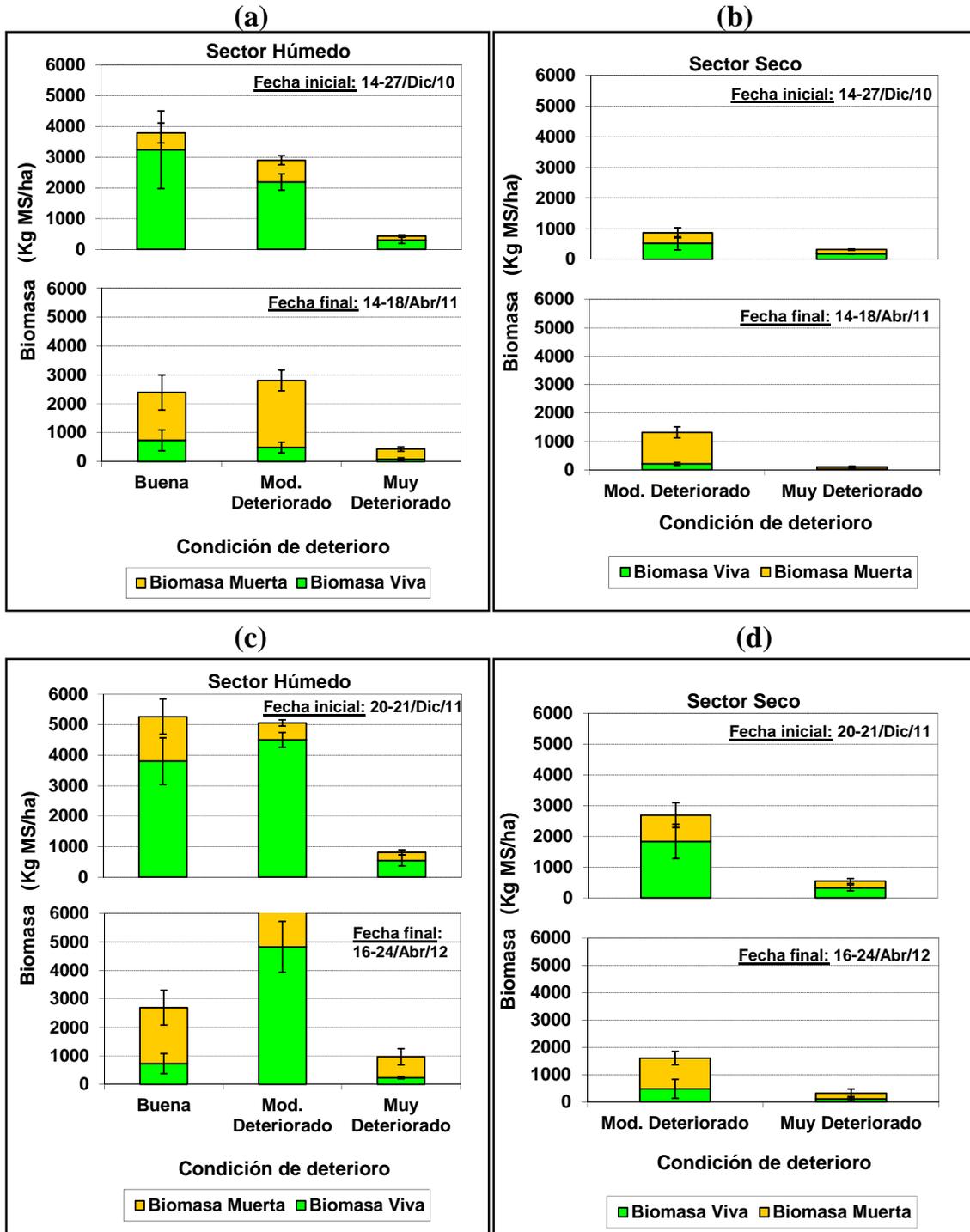
Con relación a otras variables de la vegetación descriptas, en el sector húmedo de los mallines con deterioro moderado y severo, se relevó al inicio de ambos ciclos una mayor riqueza florística y diversidad de especies en relación al mallín con buena condición (Tabla 2). Esta respuesta del pastizal se explicaría por la dominancia de pocas especies forrajeras en la condición buena y por un aumento en el número de especies indicadoras, sobre todo en el mallín más deteriorado. El comportamiento descrito en el mallín con mejor condición podría asociarse con la menor riqueza de comunidades con mayor nitrógeno disponible y biomasa total resultante (Tilman, 1996), que implicaría exclusión competitiva de las especies dominantes presentes. En contraste con la evolución de los parámetros de vegetación descriptos en los mallines, Oliva *et al.* (1998) y Schlichter *et al.* (1978) (Citado por Oliva *et al.*, 1998) reportaron una disminución de la riqueza florística y diversidad de la comunidad de especies en pastizales de estepa con altas cargas ovinas en la Patagonia. Por su parte, en el sector seco del mallín más deteriorado los valores de diversidad fueron menores a aquéllos relevados en el mallín con moderado deterioro (Tabla 2). Asimismo, los valores de riqueza y diversidad presentes en el mallín seco más degradado se correspondieron con aquéllos informados por Ferrante *et al.* (2010) para una vega seca de *F. pallescens* con alta intensidad de uso.

Tabla 2: Riqueza florística y diversidad de la vegetación presente por condición y sector del mallín al inicio del período de uso del 1° y 2° ciclo.

Condición del mallín		Buena	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado		
Sector		Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Parámetro	Fecha					
Riqueza florística	14-27/Dic/10	11	15	15	21	18
(Número total de especies)	20-21/Dic/11	12	16	18	22	19
Diversidad	14-27/Dic/10	0,99	1,75	2,06	1,78	1,83
(Índice de Shannon-Weaver)	20-21/Dic/11	0,95	1,38	1,95	1,93	1,66

Por su parte, la biomasa inicial disponible del pastizal en los sectores húmedo (Figura 5a y c) y seco (Figura 5b y d) de los mallines con condición buena y deterioro moderado (Foto 2a) fue muy superior para ambos ciclos al forraje recolectado en el mallín muy deteriorado (Foto 2b). Además, la biomasa cosechada consistió principalmente de forraje vivo, sobre todo en el sector húmedo, con valores del 85-72, 76-89 y 68-67 % en los mallines bajo condición buena (Foto 3a), moderada (Foto 3b) y muy deteriorada y el 1° y 2° ciclo, respectivamente (Figura 5a y c). Resultados similares se obtuvieron en la proporción de biomasa viva cosechada en mallines húmedos cercanos al Río Coyle, con valores del 70% (Utrilla, 2003) y 85% (Utrilla *et al.*, 2008), respectivamente, a fines de primavera.

Figura 5: Biomasa viva y muerta inicial y final del pastizal (kg MS/ha \pm desvío estándar) por condición y sector (húmedo: a y c; seco: b y d) del mallín al inicio y final de período de uso de los ciclos 2010/11(a y b) y 2011/12 (c y d).



"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 13 Santa Cruz"

Al final de la temporada de uso de los mallines bajo estudio, la biomasa total remanente en los sectores húmedo (Figura 5a y c) y seco (Figura 5b y d) estuvo representada principalmente por el forraje muerto recolectado en todas las condiciones de deterioro, registrándose valores para el sector húmedo de 69-73, 83-52 y 82-76 % para la condición buena, moderada (Foto 4a) y severamente deteriorada (Foto 4b) y el 1° y 2° ciclo, respectivamente (Figura 5a y c). En relación a ello, en un mallín húmedo de la cuenca del Río Coyle, se registró un 50% de biomasa muerta en el pastizal al cabo del período de pastoreo (fines de verano) con un uso moderado (Utrilla, 2003). Cabe mencionar que, el pastoreo tardío del mallín húmedo con deterioro moderado del estudio generó una mayor acumulación de biomasa remanente al final de la segunda temporada (Figura 5c).

Foto 2: Vista del pastizal en el sector húmedo de los mallines bajo condición moderada (a) y muy deteriorada (b) al inicio del período de uso.

(a)



(b)



Foto 3: Vista de la vegetación con predominio del forraje verde inicial en el sector húmedo de los mallines bajo condición buena (a) y moderadamente deteriorada (b).

(a)



(b)

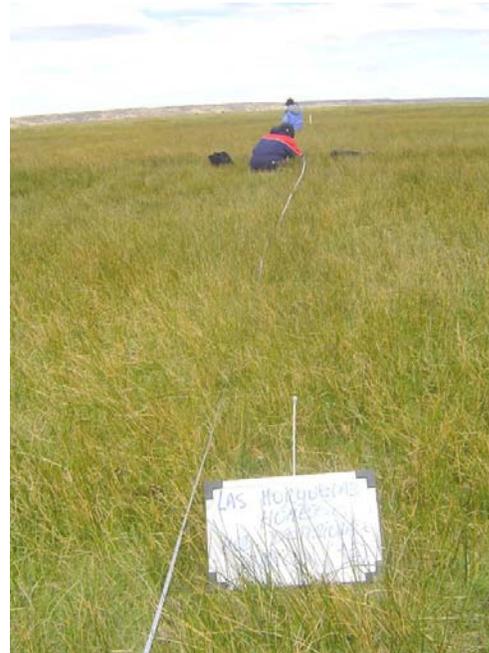
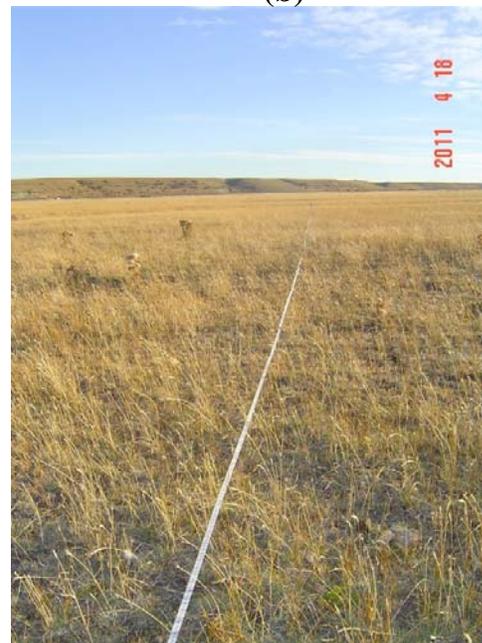


Foto 4: Vista del pastizal remanente con predominio de forraje seco en el sector húmedo de los mallines bajo condición moderada (a) y muy deteriorada (b).

(a)



(b)



"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 15 Santa Cruz"

Finalmente, los valores de altura inicial del pastizal relevados en el 1° y 2° ciclo, respectivamente, en el sector húmedo de los mallines con condición buena (21 ± 2 y 19 ± 5 cm) y moderada (6 ± 1 y 16 ± 5 cm) fueron mayores a la altura de la vegetación del mallín con deterioro severo (4 ± 1 y 10 ± 5 cm). Por su parte, luego del período de uso de aquéllos la altura se redujo en la 1° y 2° temporada y en los mallines con buena condición y muy deteriorado, a partir de las cargas animales relevadas, siendo los valores remanentes de 8 ± 1 y 12 ± 3 cm y 2 ± 1 y $4\pm 0,1$ cm, respectivamente. En cambio, en el mallín con deterioro moderado la altura final se mantuvo (6 ± 1 cm) y aumentó (22 ± 3 cm), lo cual se explicaría por un uso leve y tardío de aquél, en el 1° y 2° ciclo, respectivamente. Asimismo, en el sector seco se registró una menor altura remanente del pastizal con mayor deterioro (2 ± 1 y $4\pm 0,1$ cm) en relación al mallín con deterioro moderado (3 ± 1 y 8 ± 1 cm) en el 1° y 2° ciclo, respectivamente.

5.3.2. Descripción de los suelos:

La revisión de los principales parámetros físico-químicos edáficos hasta los 15 cm de profundidad indicó al inicio del estudio que, en el sector húmedo los suelos en el mallín con buena condición, y en aquéllos bajo condición moderada - muy deteriorada, respectivamente, presentan una clase textural Franco (Fr) a Franco-Arcillosa (Ac), pH ligeramente ácido a neutro, contenido de materia orgánica alto, valores altos de nitrógeno y altos y medios de fósforo y problemas moderados a muy altos/altos de salinidad (Tabla 3). Por su parte, al final del período de uso del primer ciclo y en la condición buena, y moderada - muy deteriorada de los mallines, respectivamente, el pH osciló de netamente ácido a neutro, el contenido de materia orgánica fue alto, y los problemas de salinidad fueron nulos/moderados a muy altos/altos (Tabla 3). Cabe mencionar que, en suelos de textura Franco-Arcillosa imperfectamente drenados de planicies de inundación vecinas al Río Coyle, Lamoureux y Migliora (1999) informaron niveles superficiales altos de salinidad.

Con relación al sector seco, en los mallines con condición moderada y muy deteriorada, respectivamente, la clase textural inicial fue Franco-Arcillosa y Franco-Limosa (Li), el pH varió de netamente ácido a ligeramente alcalino, los contenidos de materia orgánica y valores de nitrógeno fueron altos, la disponibilidad de fósforo fue muy baja y media y hubo problemas moderados a altos de salinidad (Tabla 3). Asimismo, al final del período del primer ciclo, los suelos del mismo sector presentaron pH similares a los anteriores, contenidos altos de materia orgánica y problemas nulos a altos de salinidad en las condiciones de deterioro descritas de los mallines, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3: Descripción de los principales parámetros edáficos hasta 15 cm de profundidad en los sectores húmedo y seco de los mallines para cada condición de deterioro, al inicio y final del período de uso del ciclo 2010/11.

Condición del mallín	Buena	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado		
Sector	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Parámetro	Fecha inicial: 14-27Dic/2010				
Clase textural	Fr	Fr	Fr - Ac	Fr - Ac	Fr - Li
pH (± DE)	6,0 ± 0,2	6,7 ± 0,4	5,4 ± 0,2	7,0 ± 0,7	7,6 ± 0,6
Materia orgánica (% ± DE)	13,9 ± 1,3	13,8 ± 0,8	12,3 ± 0,3	6,0 ± 0,6	5,5 ± 0,8
Nitrógeno total (% ± DE)	0,567	0,551	0,443	0,379	0,336 ± 0,020
Resistencia (S.cm ± DE)	1202 ± 183	248 ± 107	1561 ± 622	598 ± 168	978 ± 673
Conductividad eléctrica (dS/m ± DE)	2,05	10,53	2,09	5,64	3,13 ± 1,35
Fósforo Olsen (mg/kg)	17,0	21,0	6,0	13,0	13,0
Ítem	Fecha final: 14-18Abr/2011				
pH (± DE)	5,2 ± 0,1	6,6 ± 0,7	5,0 ± 0,2	7,1 ± 0,7	7,7 ± 0,1
Materia orgánica (% ± DE)	14,0 ± 2,7	13,1 ± 1,1	11,6 ± 0,6	10,0 ± 0,9	8,4 ± 1,0
Resistencia (S.cm ± DE)	1442 ± 142	309 ± 88	2113 ± 250	631 ± 166	757 ± 382

DE: desvío estándar

Fuente: Laboratorio de Suelos del Consejo Agrario Provincial

Asimismo, el análisis inicial de las principales variables físico-químicas edáficas entre 15 y 30 cm de profundidad en el sector húmedo de los mallines indicó en el mallín con buena condición, y en aquéllos de condición moderada - muy deteriorada, respectivamente, una clase textural Franco-Arcillosa y Arcillo-Limosa/Franco-Limosa, pH moderadamente ácido a neutro, contenidos de materia orgánica altos, valores altos de nitrógeno y muy bajos a muy bajos/bajos de fósforo y problemas nulos a altos de salinidad (Tabla 4). Por su parte, en el sector seco de los mallines con condición moderada y muy deteriorada, respectivamente, la clase textural inicial fue Franco y Franco-Limosa, pH netamente ácido a moderadamente alcalino, contenido de materia orgánica alto, valores bajos y altos de nitrógeno y muy bajos y bajos de fósforo y nula a moderada salinidad (Tabla 4).

En las Tablas AI y AII del Anexo se presentan los resultados de los restantes parámetros (aniones y cationes solubles, cationes intercambiables y textura) iniciales del análisis físico-químico de suelos.

Tabla 4: Descripción de los principales parámetros edáficos entre 15 y 30 cm de profundidad en los sectores húmedo y seco de los mallines para cada condición de deterioro, al inicio del período de uso del primer ciclo.

Condición del mallín	Buena	Moderadamente deteriorado		Muy deteriorado	
Sector	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Parámetro	Fecha inicial: 14-27Dic/2010				
Clase textural	Fr - Ac	Ac - Li	Fr	Fr - Li	Fr - Li
pH	5,7	6,9	5,0	7,4	8,3
Materia orgánica (%)	12,7	11,7	5,7	18,9	4,6
Nitrógeno total (%)	0,892	0,313	0,169	0,314	0,273
Resistencia (S.cm)	1439	284	2420	532	566
Conductividad eléctrica (dS/m)	1,10	8,03	0,54	4,12	1,9
Fósforo Olsen (mg/kg)	6,0	5,0	3,0	11,0	11,0

Fuente: Laboratorio de Suelos del Consejo Agrario Provincial

En el segundo ciclo y al inicio y final del período de uso del sector húmedo de los mallines en la condición buena, y moderada - muy deteriorada, respectivamente, el pH varió de moderadamente ácido a neutro, el contenido de materia orgánica fue alto y los problemas de salinidad fueron moderados/nulos a muy altos/altos hasta 15 cm de profundidad (Tabla 5). Con relación al sector seco, en los mallines con condición moderada y muy deteriorada en las mismas fechas, respectivamente, los suelos presentaron valores de pH netamente ácido a moderadamente alcalino, contenido alto de materia orgánica y problemas nulos a altos/muy altos de salinidad (Tabla 5).

Tabla 5: Valores de pH, materia orgánica y resistencia en pasta del suelo hasta 15 cm de profundidad en los sectores húmedo y seco de los mallines para cada condición de deterioro, al inicio y final del período de uso del ciclo 2011/12.

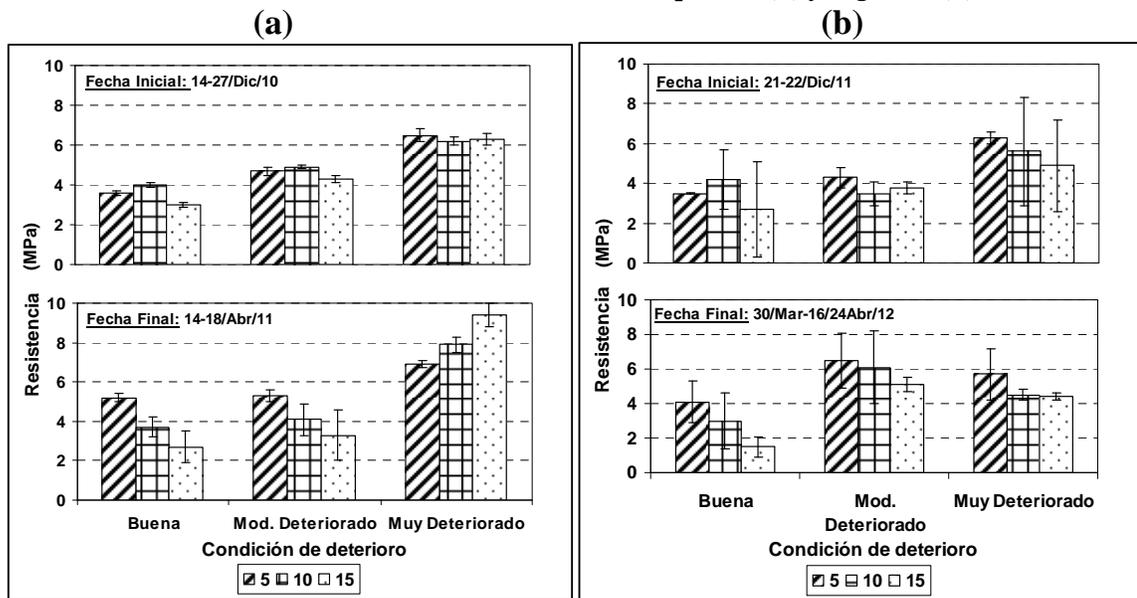
Condición del mallín		Buena	Moderadamente deteriorado		Muy deteriorado	
Sector		Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Parámetro	Fecha					
pH (\pm DE)	20-21/Dic/11	5,6 \pm 0,3	6,7 \pm 0,5	5,3 \pm 0,2	7,2 \pm 0,6	8,4 \pm 0,3
	16-24/Abr/12	5,5 \pm 0,3	6,6 \pm 0,3	5,1 \pm 0,1	7,3 \pm 0,6	8,2 \pm 0,4
Materia orgánica (% \pm DE)	20-21/Dic/11	12,0 \pm 0,6	11,5 \pm 1,2	10,4 \pm 2,1	9,5 \pm 0,7	7,2 \pm 1,0
	16-24/Abr/12	10,5 \pm 1,0	11,8 \pm 1,5	10,5 \pm 0,7	8,3 \pm 0,8	6,4 \pm 2,2
Resistencia (S.cm \pm DE)	20-21/Dic/11	1288 \pm 189	404 \pm 126	3069 \pm 388	822 \pm 368	825 \pm 219
	16-24/Abr/12	1425 \pm 43	615 \pm 143	2820 \pm 356	844 \pm 91	510 \pm 146

DE: desvío estándar

Fuente: Laboratorio de Suelos del Consejo Agrario Provincial

Con relación a otras mediciones edáficas, los valores obtenidos de resistencia a la penetración y densidad aparente del suelo se relacionaron con la humedad edáfica. Por lo tanto, aquéllos se corrigieron por el contenido de humedad del suelo. Así, al inicio y final del período de uso de ambos ciclos los valores de resistencia relevados en el sector húmedo de los mallines con condición moderada y muy deteriorada fueron en general mayores a aquéllos bajo condición buena (Figura 6), alcanzándose la resistencia máxima con la condición más deteriorada de éstos ambientes al inicio de ambos ciclos y final del primero. (Figura 6).

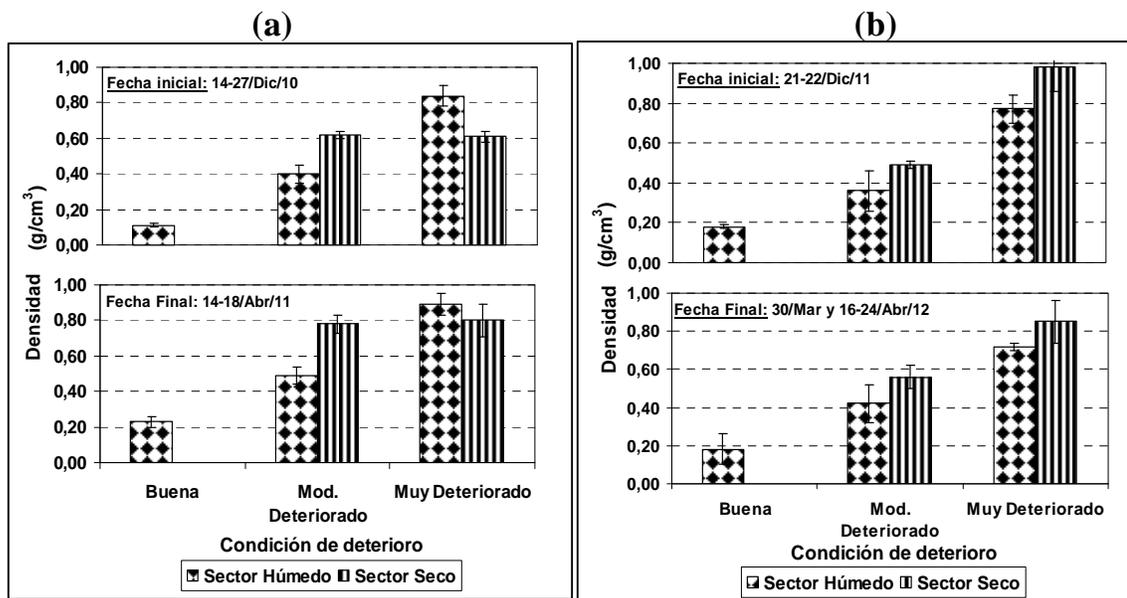
Figura 6: Resistencia mecánica (MPa \pm desvío estándar) inicial y final ajustada por humedad edáfica en los 5, 10 y 15 cm de profundidad del suelo en el sector húmedo de mallines con distinta condición de deterioro en el primer (a) y segundo (b) ciclo.



En forma similar, en ambos ciclos se relevó una mayor densidad aparente del suelo con el progresivo deterioro del sector húmedo de éstos ambientes, siendo los valores iniciales y finales de éste parámetro máximos en los mallines muy deteriorados (Figura 7). Además, al inicio y final del 2º ciclo la densidad edáfica relevada en el sector seco fue mayor en la condición más deteriorada (Figura 7). Estos resultados se explicarían por un incremento en la compactación del suelo por efecto del pisoteo animal (Wilkins and Garwood, 1986).

Cabe mencionar que, en una vega de Tierra del Fuego se registraron mayores valores de densidad aparente (0,75-0,76 g/cm³) en los sitios más secos y alejados del cauce principal y con predominio de especies no forrajeras indicadoras de deterioro, por ejemplo: *Azorella trifurcata* (Radic *et al.*, 2010).

Figura 7: Densidad aparente (g/cm^3) inicial y final ajustada por humedad edáfica en los primeros 5 cm de profundidad del suelo de los sectores húmedos y secos de mallines con distinta condición de deterioro en el 1° (a) y 2° ciclo (b).



5.3.3. Evaluación de la dinámica hídrica y calidad del agua:

Durante la temporada del 1° y 2° ciclo, se distinguieron diferencias en la evolución de los valores mensuales de profundidad de la napa freática y humedad edáfica en el sector húmedo de los mallines con distinta condición de deterioro. Así, en el mallín con buena condición hubo una respuesta contrastante según la temporada, con valores que oscilaron entre $13,8 \pm 5,6$ (diciembre) y $6,4 \pm 1,7$ cm (abril) de profundidad en el 1° ciclo, lo cual podría explicarse por una supuesta recarga observada de los cauces. En consecuencia, este comportamiento favoreció el humedecimiento continuo del perfil edáfico (Tabla 6). En cambio, en el 2° ciclo los fenómenos parciales de recarga primaveral y otoñal y descarga estival supuestamente observados de los cauces secundarios en este mallín e influenciados por el régimen de lluvias (Figura 3a) resultarían en valores de la napa freática de $46,0 \pm 16,0$ (diciembre), $65,7 \pm 7,5$ (enero) y $21,0 \pm 7,8$ cm (abril). Además, este comportamiento se reflejó en variaciones de la humedad edáfica relevadas (Tabla 6).

Por su parte, la descarga estival de los cauces principal y secundarios supuestamente observada en el mallín con condición moderadamente deteriorada e influenciada por menores lluvias (46 mm en el período enero-febrero del 2° ciclo), y sumado a ello la presencia de surcos pronunciados en la condición del mallín más deteriorada que acelerarían su desecamiento (Bonvissuto, 2004), resultarían en que la profundidad máxima de la napa freática en febrero fuera de $73,0 \pm 6,1$ y $147,0 \pm 4,2$ cm, en el 1° ciclo, y de $78,8 \pm 8,8$ y $117,2 \pm 45,2$ cm, en el 2° ciclo, en los mallines con deterioro moderado y severo, respectivamente. De la misma manera, la mínima humedad edáfica para ambos ciclos se alcanzó en enero y febrero (Tabla 6) por las razones expuestas. Por su parte, a partir de

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 20 Santa Cruz"

abril hubo un leve ascenso de la napa freática en la condición moderada con una profundidad de $58,8 \pm 7,5$ y $60,3 \pm 11,4$ cm, en el 1° y 2° ciclo, respectivamente, lo cual podría estar influenciado por alguna recarga observada del cauce principal en virtud de un aumento previo en las lluvias (42 mm en marzo del 2° ciclo). A pesar de ello, la humedad edáfica presentó nulas o mínimas variaciones (Tabla 6). Cabe mencionar que, en coincidencia con la dinámica freática descrita en este estudio, otros trabajos (Peri, 1996; Peri y Monelos, 1997; Utrilla *et al.*, 2008; Bonvissuto *et al.*, 2004) desarrollados en mallines húmedos mencionan la influencia de la recarga y descarga estacional de los cauces sobre el ascenso y descenso de las napas freáticas, respectivamente.

Tabla 6: Valores medios de humedad edáfica (% \pm desvío estándar) por fecha y ciclo para los sectores húmedos y secos de mallines con distinta condición de deterioro.

Condición del mallín	Buena	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado		
Sector	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Fechas Ciclo 2010/11					
14-27/Dic	60,7 \pm 1,6	46,0 \pm 2,5	15,6 \pm 2,7	23,5 \pm 3,2	14,9 \pm 4,6
27/Ene	71,5 \pm 8,9	39,2 \pm 1,7	15,7 \pm 0,8	19,8 \pm 3,5	15,0 \pm 1,6
24/Feb	74,8 \pm 8,8	39,0 \pm 4,1	16,1 \pm 0,5	19,4 \pm 1,8	16,0 \pm 1,3
14-18/Abr	62,6 \pm 5,0	38,8 \pm 7,4	20,1 \pm 4,8	23,2 \pm 3,7	18,2 \pm 2,3
Fechas Ciclo 2011/12					
21-22/Dic	55,9 \pm 0,5	46,2 \pm 5,6	21,8 \pm 0,2	23,9 \pm 3,8	15,0 \pm 1,3
30/Ene-03/Feb	46,4 \pm 6,4	31,3 \pm 2,8	14,9 \pm 1,6	16,8 \pm 1,3	13,6 \pm 3,9
05/Mar	47,2 \pm 11,1	34,0 \pm 4,0	16,7 \pm 1,4	16,2 \pm 4,0	15,7 \pm 0,5
30/Mar y 16-24/Abr	52,6 \pm 4,7	39,1 \pm 5,6	21,2 \pm 3,3	26,0 \pm 1,0	22,5 \pm 1,0

En cambio, en el sector seco de los mallines con distinta condición de deterioro las condiciones hídricas limitantes resultarían en los valores bajos de humedad alcanzados y oscilaciones mensuales mínimas de ésta variable en ambos ciclos (Tabla 6). En ese sentido, Utrilla *et al.* (2008) informaron similares resultados en éste sector de mallines de los valles del Río Coyle y Río Turbio.

Con relación a la calidad del agua freática relevada en el sector húmedo de los mallines con distinta condición de deterioro al final del 2° ciclo, los valores de pH oscilaron desde ligeramente ácido a neutro y, según la conductividad eléctrica medida, se observaron riesgos de salinidad media y bajo del agua para riego para el mallín con condición buena y muy deteriorado - deterioro moderado, respectivamente (Tabla 7). Además, en el mallín más deteriorado se registraron mayores valores de sales totales, % de Sodio, Dureza y Relación de Absorción de Sodio (RAS) ajustado, indicador de un riesgo severo de alcalinización, en relación a los mallines restantes. Con relación a la clasificación de la aptitud del agua para riego, se estableció para los mallines con distinta condición de deterioro una salinidad media y baja peligrosidad sódica y de Buena Calidad (Tabla 7) (Fuente consultada: Jarsun, R. 2008). Cabe mencionar que, en la Tabla AIII del Anexo se "Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 21 Santa Cruz"

informan los resultados de los parámetros restantes (aniones y cationes) del análisis de calidad de agua freática.

Tabla 7: Descripción de los principales parámetros de calidad de agua de la napa freática del sector húmedo de los mallines con distinta condición de deterioro al final del período de uso del 2° ciclo.

Condición del mallín	Buena	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
Parámetro			
pH (\pm DE)	6,3 \pm 0,2	6,1 \pm 0,4	6,9 \pm 0,2
Conductividad eléctrica (dS/m \pm DE)	0,94 \pm 0,27	0,66 \pm 0,24	1,03 \pm 0,04
Sales Totales (meq/L \pm DE)	18,7 \pm 8,7	16,7 \pm 4,7	24,5 \pm 2,1
% Na (\pm DE)	30,3 \pm 5,7	39 \pm 3,6	51,5 \pm 12,0
Dureza (GHF \pm DE)	1,62 \pm 0,76	1,50 \pm 0,64	1,85 \pm 0,61
RAS ajustado (\pm DE)	5,6 \pm 3,3	7,4 \pm 3,6	19,5 \pm 5,9
Norma Riverside (USDA) *	C3-S1	C2-S1	C3-S1
Norma Green (FAO) *	Buena Calidad	Buena Calidad	Buena Calidad

DE: Desvío estándar; GHF: Grado Higrométrico Francés; RAS: Relación de Absorción de Sodio

(*): Establece la clase de agua según riesgo de salinización: C2-S1 y C3-S1: agua de salinidad media y baja peligrosidad sódica; (*): Establece el valor de un agua de riego en función de la relación entre sales totales y % Na; Fuente: Laboratorio de Suelos del Consejo Agrario Provincial

5.4. Relevamiento de otros indicadores de degradación:

Al final del período de uso de los mallines del 2° ciclo, se relevó en los sectores húmedo y seco severamente deteriorados, respectivamente, presencia y abundancia de plantas en pedestal, surcos leves y frecuentes, cárcavas extensas (entre 10 y 25 cm de profundidad) y presencia de salinidad. Estos hallazgos indicaron un grado y tipo de erosión hídrica grave y laminar con surcos y cárcavas, respectivamente (Rogel, 2012. Inédito). En coincidencia con lo descripto, Lamoureux y Migliora (1999) informaron la presencia de los indicadores de degradación relevados en este estudio en planicies de inundación cercanas al Río Coyle y con alto riesgo de deterioro por pisoteo animal. Asimismo, Bran *et al.* (2004) mencionan la presencia de cárcavas en la condición más deteriorada del mallín, originado por disminución de la cobertura vegetal que puede generar una mayor escorrentía e inicio de procesos de erosión hídrica.

5.5. Análisis estadístico de las principales variables indicadoras:

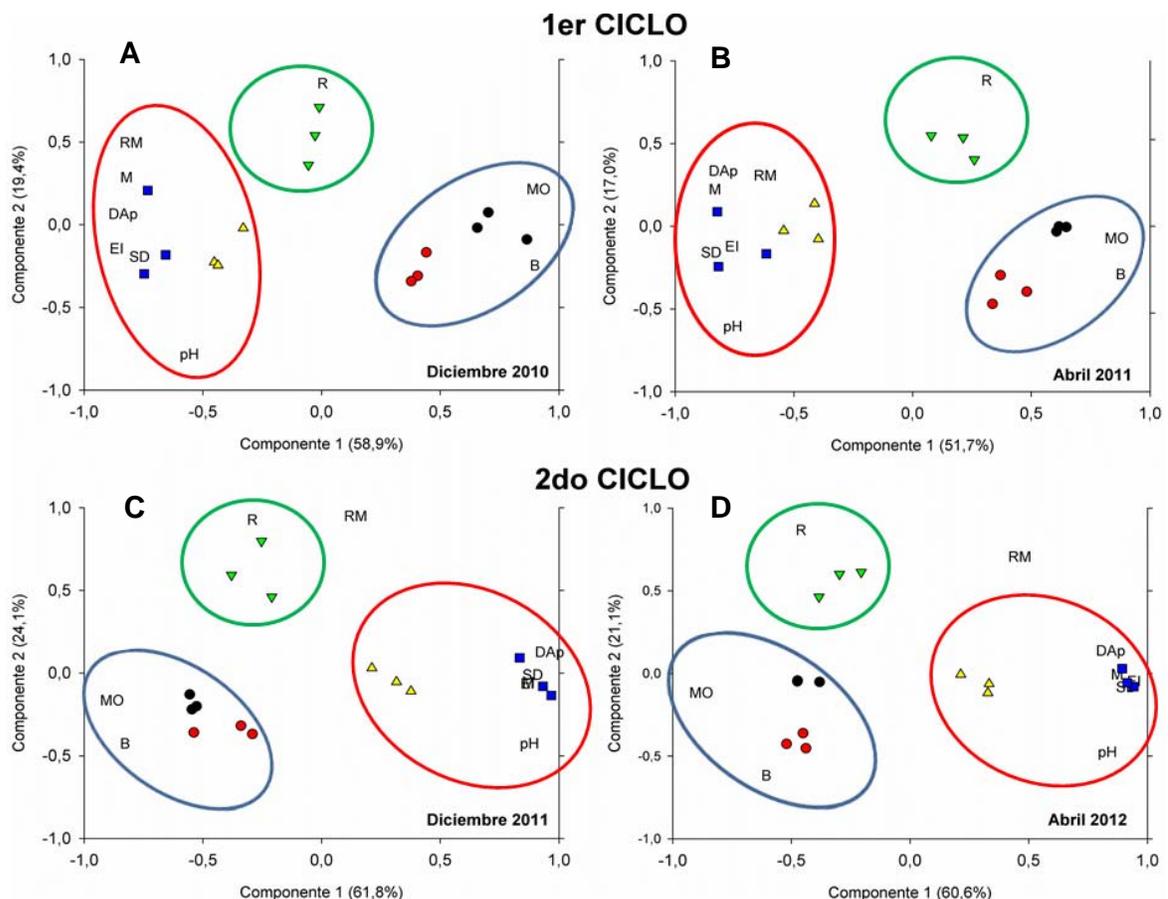
Con la premisa de detectar las causas y patrones de variabilidad entre condiciones y sectores de los mallines bajo estudio, se realizó un análisis exploratorio mediante Análisis de Componentes Principales (ACP) (Orloci, 1978). Para ello, se consideraron variables de la vegetación: biomasa (B), especies indicadoras (EI), mantillo (M), suelo desnudo (SD) y parámetros del suelo: materia orgánica (MO), pH, resistencia en pasta (R), resistencia mecánica (RM) y densidad aparente (Dap). En el análisis, se detectaron para ambos ciclos

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 22 Santa Cruz"

de estudio tres grupos de mallines (Figura 8A, B, C y D): **Grupo 1 (G1)**: Bueno-Húmedo (●) y Moderadamente Deteriorado-Húmedo (●); **Grupo 2 (G2)**: Moderadamente Deteriorado-Seco (▼) y **Grupo 3 (G3)**: Muy Deteriorado-Húmedo (▲) y Muy Deteriorado-Seco (■).

Así, el G1 está fuertemente asociado con las variables MO y B; en cambio, el G3 está altamente correlacionado con variables vinculadas con el mayor deterioro de los mallines, tales como: EI, SD, M y DAp. Por su parte, el G2 manifiesta un comportamiento intermedio entre los dos grupos anteriores y se diferencia de aquéllos por la resistencia en pasta del suelo. El ACP fue satisfactorio, ya que, las dos primeras componentes (CP1 y CP2) lograron explicar en promedio el 73,5% y 83,8% de la variabilidad total entre condiciones y sectores para el primer (Figura 8A y B) y segundo ciclo (Figura 8C y D), respectivamente.

Figura 8: Análisis de Componentes Principales de las variables suelo desnudo (SD), especies indicadoras (EI), mantillo (M), biomasa (B), resistencia mecánica (RM), densidad aparente (DA), pH, materia orgánica (MO) y resistencia (R) para cada condición y sector del mallín al inicio (A y C) y final (B y D) del período de uso del primer (A y B) y segundo ciclo (C y D).



"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 23 Santa Cruz"

Por su parte, para el sector húmedo, hubo significancia ($p < 0,05\%$) del modelo para todas las variables en ambos ciclos, excepto pH y Mantillo al inicio del 1° y 2° ciclo, respectivamente, destacándose a la Resistencia en la primera temporada (Tabla 8A) y a las Especies indicadoras, Biomasa, Resistencia Mecánica y Densidad aparente, en el segundo ciclo (Tabla 8B), como principales variables explicativas de las diferencias entre condiciones. En cambio, para el sector seco, el modelo detectó significancia ($p < 0,05$) en el primer ciclo para Suelo Desnudo, pH y Materia orgánica que explicaron las diferencias entre condiciones al inicio y final del período de uso del mallín (Tabla 8A). Además, en la segunda temporada se relevó significancia ($p < 0,05\%$) del modelo para todas las variables, excepto Materia orgánica y Resistencia mecánica al inicio y final del ciclo, respectivamente (Tabla 8B).

Tabla 8: Valores (media \pm error estándar) de suelo desnudo (%), especies indicadoras (%), mantillo (%), biomasa (kg MS.ha⁻¹), resistencia mecánica (MPa), densidad aparente (g.cm³⁻¹), pH, materia orgánica (%) y resistencia (S.cm) por sector y condición de deterioro del mallín al inicio (Dic) y final (Abr) del período de uso del 1° (A) y 2° ciclo (B).

(A)

Condición del mallín	Buena	Mod. deteriorado	Muy deteriorado	Modelo (Sig.)				
Sector	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco			
Variable	Fecha			Húmedo	Seco			
Suelo desnudo	Dic	0,5 \pm 0,2 b	0,0 b	5,1 \pm 1,6 a	23,5 \pm 1,5 a	*	**	
	Abr	0,9 \pm 0,6 b	0,0 b	5,1 \pm 1,5 a	17,1 \pm 0,1 a	*	**	
Especies indicadoras	Dic	0,4 \pm 0,2 c	12,1 \pm 1,7 b	15,3 \pm 1,8 a	36,5 \pm 2,0 a	38,3 \pm 12,0 a	**	NS
	Abr	0,7 \pm 0,4 b	0,2 \pm 0,2 b	3,5 \pm 0,6 a	8,1 \pm 2,1 a	37,9 \pm 12,5 a	*	NS
Mantillo	Dic	0,0 b	2,0 \pm 0,7 b	8,3 \pm 0,8 a	6,4 \pm 1,6 a	9,8 \pm 2,1 a	*	NS
	Abr	0,2 \pm 0,2 b	0,9 \pm 0,4 b	10,7 \pm 1,8 a	24,3 \pm 4,8 a	19,3 \pm 4,3 a	*	NS
Biomasa	Dic	3788 \pm 918 a	2899 \pm 220 a	865 \pm 218 a	430 \pm 54 b	315 \pm 10 a	*	NS
	Abr	2393 \pm 550 a	2808 \pm 301 b	1316 \pm 124 a	434 \pm 69 b	103 \pm 30 b	*	**
Resistencia mecánica	Dic	3,6 \pm 0,1 c	4,7 \pm 0,1 b	9,4 \pm 0,1 a	6,5 \pm 0,2 a	9,5 \pm 0,2 a	*	NS
	Abr	5,2 \pm 0,1 b	5,3 \pm 0,2 b	7,1 \pm 2,2 a	6,9 \pm 0,1 a	8,6 \pm 1,0 a	**	NS
Densidad aparente	Dic	0,1 \pm 0,03 c	0,4 \pm 0,03 b	0,6 \pm 0,01 a	0,8 \pm 0,03 a	0,6 \pm 0,02 a	*	NS
	Abr	0,2 \pm 0,02 c	0,5 \pm 0,03 b	0,8 \pm 0,03	0,9 \pm 0,03 a	0,8 \pm 0,05	**	NS
pH	Dic	6,0 \pm 0,1 b	6,7 \pm 0,2 ab	5,4 \pm 0,1 b	7,0 \pm 0,4 a	7,6 \pm 0,4 a	NS	*
	Abr	5,2 \pm 0,1 b	6,6 \pm 0,4 a	5,0 \pm 0,1 b	7,1 \pm 0,4 a	7,7 \pm 0,1 a	*	**
Materia orgánica	Dic	13,9 \pm 0,8 a	13,8 \pm 0,5 a	12,3 \pm 0,1 a	6,0 \pm 0,4 b	5,5 \pm 0,5 b	**	**
	Abr	14,0 \pm 1,6 a	13,1 \pm 0,6 a	11,6 \pm 0,3 a	7,1 \pm 0,4 b	8,4 \pm 0,6 b	*	*
Resistencia	Dic	1202 \pm 106 a	248 \pm 62 c	1561 \pm 359 a	598 \pm 97 b	978 \pm 431 a	**	NS
	Abr	1442 \pm 82 a	309 \pm 51 c	2113 \pm 144 a	631 \pm 96 b	757 \pm 246 b	**	*

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 24 Santa Cruz"

(B)

Condición del mallín		Buena	Mod. deteriorado		Muy deteriorado		Modelo (Sig.)	
Sector		Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Variable	Fecha							
	Suelo desnudo	Dic 0,0 b	0,0 b	1,1±0,2 b	2,3±0,3 a	17,0±1,4 a	**	**
		Abr 0,2±0,2 b	0,0 b	0,2±0,2 b	3,5±1,4 a	18,0±2,7 a	*	*
Especies indicadoras	Dic	1,2±0,6 b	3,4±1,5 b	5,5±1,7 b	42,5±2,7 a	35,8±1,8 a	**	**
	Abr	0,0 b	0,1±0,1 b	2,6±1,2 b	13,6±1,8 a	38,9±6,2 a	**	*
Mantillo	Dic	1,2±0,9 ab	0,0 b	1,8±0,6 b	3,5±1,1 a	22,3±3,6 a	NS	*
	Abr	6,2±0,6 b	0,5±0,2 b	3,8±1,3 b	15,3±2,9 a	17,8±2,0 a	*	*
Biomasa	Dic	3802±442 a	4503±142 a	1833±322 a	546±105 b	326±54 b	**	*
	Abr	2693±515 b	10000±419 a	1607±303 a	963±144 c	327±110 b	**	*
Resistencia mecánica	Dic	3,5±0,03 c	4,3±0,3 b	12,2±1,0 a	6,3±0,2 a	7,1±1,1 b	**	*
	Abr	4,6±0,1 c	5,2±0,1 b	8,7±1,0 a	6,0±0,03 a	8,0±0,3 a	**	NS
Densidad aparente	Dic	0,2±0,01 c	0,4±0,1 b	0,5±0,01 b	0,8±0,04 a	0,98±0,05 a	**	**
	Abr	0,2±0,05 c	0,4±0,06 b	0,6±0,03 b	0,7±0,01 a	0,8±0,06 a	**	*
pH	Dic	5,6±0,1 b	6,7±0,3 a	5,3±0,1 b	7,2±0,4 a	8,4±0,2 a	*	**
	Abr	5,5±0,2 b	6,6±0,1 a	5,1±0,07 b	7,3±0,3 a	8,2±0,3 a	*	**
Materia orgánica	Dic	12,0±0,3 a	11,5±0,7 a	10,4±1,2 a	9,5±0,4 b	7,2±0,5 a	*	NS
	Abr	10,5±0,6 ab	11,8±0,8 a	10,5±0,4 a	8,2±0,5 b	6,4±0,9 b	*	*
Resistencia	Dic	1288±109 a	404±73 b	3069±224 a	822±212 ab	826±128 b	*	*
	Abr	1425±25 a	615±82 c	2820±206 a	844±53 b	510±69 b	**	**

Letras distintas para cada sector y variable indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre condiciones del mallín.

Mod.: Moderadamente; (Sig.): Significancia del modelo; *: significativo; **: muy significativo; NS: no significativo.

6. Principales consideraciones:

En coincidencia con un mayor deterioro de los mallines, se relevaron en los ciclos de estudio una serie de características de la vegetación, suelo y agua descriptas a continuación:

- Mayor presencia de especies indicadoras de degradación en los sectores húmedo (*Taraxacum officinale*) y seco (*Stipa chrysophylla*) de los mallines muy deteriorados.
- Mayor ocupación de suelo desnudo en el sector seco del mallín muy deteriorado.
- Menor biomasa forrajera y altura inicial del pastizal en los sectores húmedo y seco de los mallines con deterioro severo.
- Existencia de niveles altos de salinidad en el perfil superficial del suelo en el sector húmedo de los mallines con deterioro moderado y muy degradado, y seco muy deteriorado.
- Mayor resistencia a la penetración y densidad aparente del suelo en el sector húmedo de los mallines más deteriorados.
- Menor humedad en el perfil edáfico en el sector húmedo del mallín con mayor deterioro.
- Presencia de un grado y tipo de erosión hídrica grave y laminar, respectivamente, en los sectores húmedo y seco severamente deteriorados.

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 25 Santa Cruz"

Además, el análisis de las variables indicadoras de interés entre condiciones y sectores de los mallines bajo estudio indicó lo siguiente:

- Un contraste entre los mallines Bueno-Húmedo y Moderadamente Deteriorado-Húmedo vs Muy Deteriorado y una asociación entre Materia Orgánica y Biomasa, en el primer caso, y entre Especies Indicadoras, Suelo Desnudo, Mantillo y Densidad Aparente, en el segundo.
- Para el sector húmedo de los mallines, las principales variables explicativas de las diferencias entre condiciones fueron la Resistencia, en la primera temporada, y las Especies indicadoras, Biomasa, Resistencia Mecánica y Densidad aparente, en el segundo ciclo.
- Para el sector seco de los mallines, el Suelo Desnudo y el pH fueron las variables que explicaron las diferencias entre condiciones en ambos ciclos de estudio.

7. Bibliografía consultada y citada:

- Bonvisutto, G.L., Somlo, R., Ayesa, J., Lanciotti, M.L. y Moricz de Tecso, E. 1992.** La condición de los mallines del área ecológica Sierras y Mesetas de Patagonia. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 12(4):391-400.
- Bonvisutto, G.L. y Cremona, M.V. 2004.** El deterioro de los mallines: cambios en la condición del pastizal y la dinámica del agua. Taller: Los mallines en la Patagonia Argentina. Esquel, Chubut. 4 y 5 de marzo de 2004.
- Braun Blanquet. 1932.** *Plant Sociology: The study of plant communities.* Mc Graw Hill, New York and London. 438 p.
- Bran, D., López, C., Marcolín, A., Ayesa, J. y Barrios, D. 1998.** Valles y Mallines de la Comarca de Ingeniero Jacobacci (Río Negro). Distribución y Tipificación Utilitaria. Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG, INTA EEA Bariloche. 27 p.
- Bran, D., Gaitan, J., Ayesa, J. y López, C. 2004.** La vegetación de los mallines del NO de la Patagonia. Taller: Los mallines en la Patagonia Argentina. Esquel, Chubut. 4 y 5 de marzo de 2004.
- Bran, D., 2009.** Proyecto Específico: Indicadores de suelo-vegetación para el monitoreo y mejora de la sustentabilidad agroambiental en ecosistemas sujetos a procesos de desertificación. Programa Nacional: Ecorregiones del INTA.
- Del Valle, H.F. 1993.** Mallines de ambiente árido. Pradera salina y estepa arbustivo-graminosa en el NW del Chubut. En: Paruelo, J.M., Bertiller, M.B., Schichter, T.M. y Coronato, F.R. (Editores). *Secuencias de deterioro en distintos ambientes patagónicos. Su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones.* INTA-GTZ. pp. 31-39.
- Ferrante, D., Suárez, D., Sturzenbaum, M.V y Rivera, E. 2010.** Evaluación de la respuesta del pastizal a un pastoreo de alta carga instantánea y corta duración. Ea. Los Pozos, Estepa Magallánica Seca, Santa Cruz. Informe Preliminar. EEA INTA Santa Cruz. 15 páginas.
- Jarsun, R. 2008.** Manual de uso de interpretación de aguas. Secretaria de Ambiente de Córdoba. 49 págs.

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 26 Santa Cruz"

- Lamoureux, M. y Migliora, H. 1999.** Caracterización de suelos y evaluación del riesgo de deterioro debido al tránsito de animales en un sector de vega del Río Coyle. Ea. Cancha Distante. Provincia de Santa Cruz. Informe Técnico. Convenio INTA – Provincia de Santa Cruz. 57 páginas.
- Levy, E. and Madden, D. 1933.** The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agricultural.* 46:267-269.
- Mazzoni, E. y Vázquez, M 2004.** Ecosistemas de mallines y paisajes de la Patagonia Austral (Pcia. de Santa Cruz). Ediciones INTA. Depto. Comunicaciones. 63 p.
- Oliva, G., Cibils, A., Borrelli, P. y Humano, G. 1998.** Stables states in relation to grazing in Patagonia: a 10-year experimental trial. *Journal of Arid Environments.* 40,113-131.
- Orloci, L. 1978.** Multivariate analysis in vegetation research. Junk Publications, The Hague. 451 p.
- Ormaechea S.G., Utrilla V.R., Suárez D.D. y Peri P.L. 2010.** Evaluación objetiva de la condición de mallines de Santa Cruz. *Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz*, pp. 47-52, Sección 9. Producción Animal. Edición EEA Santa Cruz.
- Peri, P.L. 1996.** Establecimiento de Salicáceas en distintos mallines de la provincia de Santa Cruz, Argentina. *Proceedings of the 20th Session of the International Poplar Commission. Environmental and Social Issue in Poplar and Willow Cultivation and Utilization.* Volumen II: 868-875. Budapest (Hungria), 1-4 de octubre de 1996.
- Peri, P.L., Monelos, L. 1997.** Forestación con estacones de salicáceas en distintos mallines de la provincia de Santa Cruz, Argentina. *Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo Bosque Cultivado.* Pp. 447-456. Posadas, Misiones, 13-15 de Agosto de 1997.
- Peri, P.L., Utrilla, V., Ferrante, D. y Humano, G. 2003.** “Efecto de la dinámica hídrica edáfica y ambiental sobre la productividad y calidad forrajera de mallines en la Patagonia Austral”. Presentación del Proyecto de Investigación (29/A157). UARG-UNPA. 14 p.
- Radic, S., Opazo, S., Mihovilovic, E., Dollenz, O. y Ivelic, J. 2011.** Relación entre la composición botánica con la humedad y densidad aparente del suelo en una vega de Tierra del Fuego. Libro de Resúmenes del XXXVI Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 9 al 11 de Noviembre, 2011. Punta Arenas, Chile. pp. 139-140.
- Raffaele, E. 1999.** Mallines: Aspectos Generales y Problemas Particulares. En: Malvárez, A.I. (Editor). *Tópicos sobre Humedales Templados y Tropicales de Sudamérica.* UNESCO, Montevideo, Uruguay. 25-31.
- Rogel, B. 2012.** “Evaluación de parámetros de la vegetación, suelo y erosión hídrica en mallines con distinta condición del Sur de Santa Cruz”. Informe Final de la Beca Estímulo a las Vocaciones Científicas del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN). UARG-UNPA. Inédito.
- San Martino, 2003.** Fertilización de Mallines en la Patagonia. Centro Regional Patagonia Sur. EEA INTA Santa Cruz. Ediciones INTA. 44 p.

- Suárez, D., Ormaechea, S., Peri, P.L. y Utrilla, V. 2010.** Caracterización objetiva de la condición en mallines de Santa Cruz. Informe Técnico. INTA EEA Santa Cruz. 20 p.
- Tilman, D. 1996.** Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology* 77(2): 350-363.
- Trabajo Práctico: Mejoramiento de suelos salinos y sódicos.** Cátedra: Uso Sustentable del Suelo y Topografía. Fac. de Cs. Naturales. Univ.Nac. de Salta. 3p.
- Utrilla, V., 2003.** Respuesta de la vegetación y de ovejas de refugo en un mallín magallánico bajo diferentes condiciones de uso previo y de asignación de forraje. Tesis de Magíster Scientiae. Curso de Posgrado en Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce. Univ.Nac. de Mar del Plata. 91 p.
- Utrilla, V., Ferrante, D.; Peri, P.L.; Kofalt, J.C. y Humano, G. 2008.** Plan de Investigación (INTA-UNPA): “Efecto de la dinámica hídrica edáfica y ambiental sobre la productividad y calidad forrajera de mallines en la Patagonia Austral”. Informe Técnico Final. E.E.A. INTA Santa Cruz. 31 p.
- Wilkins, R. and Garwood, E.A. 1986.** Effects of Treading, Poaching and Fouling on Grassland Production and Utilization. Session 1. Herbage Production. pp. 19-31. In: *Grazing* (Ed. J. Frame). Occasional Symposium N° 19. British Grassland Society.

8. Agradecimientos:

Agradecemos a los Sres. Tomás O’byrne (Administrador de Ea. Las Horquetas) y Mariano Ilaragorri (Propietario de Ea. La Tapera) por ceder gentilmente las instalaciones de los establecimientos para el desarrollo de este estudio. Además, agradecemos a los Sres. Rodríguez y Hernández por la colaboración y atenciones brindadas, al Ing. Sebastián Ormaechea, Téc. Leonardo Huertas y a la Sra. Eugenia Vivar por la colaboración brindada en la instalación del estudio y mediciones de vegetación, respectivamente, a la Ing. Paula Paredes por la cartografía elaborada para este trabajo y al Téc.Agr. Gervasio Humano por la identificación de las especies vegetales. Finalmente, agradecemos a la Ing.Agr Ariela Cesa y al Dr. Gabriel Oliva por la revisión del presente trabajo

9. Anexo:

Tabla AI: Descripción de los aniones y cationes solubles, cationes intercambiables y textura de suelos hasta 15 cm de profundidad en los sectores húmedo y seco de los mallines para cada condición de deterioro al inicio del período de uso del 1° ciclo.

Condición del mallín	Buena	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado		
Sector	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Parámetro	Fecha inicial: 14-27Dic/2010				
<u>Cationes y aniones solubles</u>					
Carbonatos (mmol/lit)	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonatos (mmol/lit ±DE)	-	13,6	8,1	7,6	8,1 ± 3,2
Cloruros (mmol/lit ±DE)	-	73,5	13,8	36,8	16,8 ± 19,4
Sulfatos (mmol/lit ±DE)	-	33,6	1,6	19,3	1,1 ± 0,0
Calcio (mmol/lit ±DE)	-	59,6	16,5	59,6	9,1 ± 3,2
Magnesio (mmol/lit ±DE)	-	47,2	19,2	30,7	4,5 ± 2,5
Sodio (mmol/lit ±DE)	2,8	70,0	6,3	9,7	7,7 ± 0,9
Potasio (mmol/lit)	2,2	1,2	3,6	0,3	0,3 ± 0,1
<u>Cationes intercambiables</u>					
Calcio (cmol/kg)	60,3	59,0	29,0	52,5	
Magnesio (cmol/kg)	3,4	0,6	1,2	10,8	
Sodio (cmol/kg ±DE)	2,4	19,7	0,9	7,7	9,2 ± 0,1
Potasio (cmol/kg ±DE)	2,1	0,9	2,1	0,5	1,4 ± 0,7
Carbonato de calcio (%)	neg			neg	
<u>Textura</u>					
% arcilla (< 2micrones)	26,0	17,0	28,0	32,0	8,0 - 9,0
% limo fino (2-20 mic.)	23,0	34,0	20,0	31,0	14,0 - 23,0
% limo grueso (20-50 mic.)	7,4	11,3	27,1	16,1	34,5 - 51,1
% limo total	30,4	45,3	47,1	47,1	57,5 - 65,1
% arena muy fina (50-100mic)	8,4	11,7	10,1	7,7	13,8 - 18,7
% arena fina (100-250 mic.)	11,3	9,8	10,2	7,5	9,2 - 9,6
% arena media (0,25-0,5 mm)	10,7	7,5	3,4	4,8	3,4 - 4,0
% arena gruesa (0,5-1 mm)	11,0	7,0	1,1	0,8	0,5 - 1,1
% arena muy gruesa (1-2mm)	2,3	1,7	0,1	0,1	0,0
% arena total	43,6	37,7	24,9	20,9	26,9 - 33,5
Clase textural	Fr	Fr	Fr - Ac	Fr - Ac	Fr - Li

Fuente: Laboratorio de Suelos del Consejo Agrario Provincial

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 29 Santa Cruz"

Tabla AII: Descripción de los aniones y cationes solubles, cationes intercambiables y textura de suelos entre 15 y 30 cm de profundidad en los sectores húmedo y seco de los mallines para cada condición de deterioro al inicio del período de uso del 1° ciclo.

Condición del mallín	Buena	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado		
Sector	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco
Parámetro	Fecha inicial: 14-27Dic/2010				
<u>Cationes y aniones solubles</u>					
Carbonatos (mmol/lit)	-	0,0	-	0,0	0,0
Bicarbonatos (mmol/lit ±DE)	-	8,6	-	5,1	7,4
Cloruros (mmol/lit ±DE)	-	40,3	-	26,7	19,8
Sulfatos (mmol/lit ±DE)	-	33,0	-	14,4	2,0
Calcio (mmol/lit ±DE)	-	60,9	-	29,8	6,3
Magnesio (mmol/lit ±DE)	-	23,1	-	8,9	3,0
Sodio (mmol/lit ±DE)	2,8	17,0	1,8	8,0	9,3
Potasio (mmol/lit)	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2
<u>Cationes intercambiables</u>					
Calcio (cmol/kg)	49,0	51,1	22,3	43,1	64,5
Magnesio (cmol/kg)	3,1	0,1	12,3	1,9	9,4
Sodio (cmol/kg ±DE)	0,8	17,3	0,4	3,5	19,5
Potasio (cmol/kg ±DE)	0,6	0,5	0,2	0,5	0,9
Carbonato de calcio (%)				neg	xxx
<u>Textura</u>					
% arcilla (< 2micrones)	30,0	42,0	25,0	17,0	6,0
% limo fino (2-20 mic.)	22,0	32,0	26,0	28,0	22,0
% limo grueso (20-50 mic.)	24,8	13,7	16,9	26,6	39,4
% limo total	46,8	45,7	42,9	54,6	61,4
% arena muy fina (50-100mic)	4,2	5,9	14,6	10,5	15,3
% arena fina (100-250 mic.)	7,6	3,5	13,8	10,4	11,2
% arena media (0,25-0,5 mm)	5,4	1,7	2,8	4,0	4,6
% arena gruesa (0,5-1 mm)	4,1	3,5	0,8	1,0	1,3
% arena muy gruesa (1-2mm)	1,8	1,7	0,1	0,1	0,2
% arena total	23,2	12,3	32,1	28,4	32,6
Clase textural	Fr-Ac	Ac - Li	Fr	Fr - Li	Fr - Li

Fuente: Laboratorio de Suelos del Consejo Agrario Provincial

"Monitoreo de indicadores de degradación en mallines bajo pastoreo ovino en el Sur de 30 Santa Cruz"

Tabla AIII: Descripción de los aniones y cationes del agua freática del sector húmedo de los mallines con distinta condición de deterioro al final del período de uso del 2° ciclo.

Condición del mallín	Buena	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
Parámetro			
Aniones			
Carbonatos (mg/l ± DE)	0,0	0,0	0,0
Bicarbonatos (mg/l ± DE)	173,9 ± 261,7	106,8 ± 55,0	289,9 ± 107,8
Cloruros (mg/l ± DE)	110,0 ± 66,9	112,1 ± 48,4	94,0 ± 36,1
Sulfatos (mg/l ± DE)	195,8 ± 216,7	152,3 ± 87,3	229,6 ± 32,6
Cationes			
Calcio (mg/l ± DE)	102,2 ± 49,1	74,2 ± 7,3	78,2 ± 5,7
Magnesio (mg/l ± DE)	10,2 ± 4,6	17,0 ± 17,0	25,9 ± 15,9
Sodio (mg/l ± DE)	61,9 ± 39,9	75,7 ± 23,0	145,6 ± 32,5
Potasio (mg/l ± DE)	1,8 ± 0,9	1,7 ± 0,8	1,2 ± 0,6

DE: Desvío Estándar; Fuente: Laboratorio de Suelos del Consejo Agrario Provincial