



**Trabajo de investigación para el proyecto  
“Así son los suelos de mi país”.  
Instituto Agrotécnico Padre Castellaro.**



**Integrantes:**

**Agustín Martínez**

**Irupè Trisiani**

**Erick Cabrera**

**Nahuel Spina Avincetto**

**Lucrecia Lescano**

**Cavanna Tomas**

**Leguizamón Thomas**

**Directora: Digiacoma Marcela**

**Tutores: Guilligan Mariana-Lucas Mavolo -Arduini Juan**



**Resumen:**

El objetivo del proyecto es plantear distintas alternativas de solución ante una problemática mundial como lo es la pérdida de fertilidad de suelos por salinidad. Para esto se intenta definir las características de un suelo salino. En una primera etapa de experimentación, se realizaron análisis de suelos para caracterizar al mismo. Posteriormente se plantearon a partir de un análisis bibliográfico distintas alternativas para la posible recuperación de los suelos.

**Palabras claves:** Suelo, Salinidad, Recuperación.

Introducción ..... 4



Problema: .....	4
Objetivo: .....	4
Hipótesis: .....	4
Marco teórico: .....	4
Parámetros que permiten caracterizan a un suelo salino:.....	5 ...
Desarrollo: .....	6
Conclusiones: .....	9
Bibliografía: .....	10



### **Introducción.**

El suelo, además de ser la capa superior de la corteza terrestre donde las plantas tienen sus raíces también es primordial para nuestra existencia. Podemos definirlo como un cuerpo natural y vivo. Que se origina a lo largo de millones de años, a partir de la roca madre por acciones físicas y biológicas. Dentro de las primeras están los ciclos de hielo-deshielo, la lluvia, los cambios de temperatura. En las biológicas podemos mencionar: la acción de los microorganismos, la flora y la fauna edáfica. La descomposición de la roca madre suministra los elementos minerales, mientras que los restos de vegetación y de fauna dan lugar a la formación de la materia orgánica, que, a través de su descomposición, da origen a lo que se denomina humus del suelo. Entonces el suelo tiene una fracción mineral u inorgánica y otra orgánica. Por otro lado el suelo está compuesto por una parte gaseosa (25% aire) una líquida (25% agua) y una sólida con partículas inorgánicas 45% y materia orgánica 5%.

Además el suelo tiene propiedades químicas: materia orgánica, fertilidad (Cant. de nutrientes), acidez, alcalinidad, pH y propiedades físicas: textura, estructura, color, profundidad, densidad.

El suelo ayuda al desarrollo de vida, las funciones que cumple es la de suministros de alimentos, fibras y combustibles, la purificación de agua y reducción de contaminantes del suelo, regulación del clima, ciclo de nutrientes, hábitat para organismos, retención de carbono, regulación de inundaciones, entre otros. Por ello, es muy importante su cuidado ya que nuestra existencia depende de estas funciones. Una forma de cuidarlo es haciendo un uso sustentable del mismo sin producir la degradación del mismo por un mal manejo.

Sin embargo, a lo largo de la historia el hombre no siempre ha tenido en cuenta esto y es por ello que hoy encontramos grandes extensiones notablemente deterioradas por causas entrópicas y también otras por causas naturales. Entre las problemáticas que originan deterioro, encontramos la salinización, que es la que elegimos para realizar este trabajo dada la importancia a nivel país y en nuestra zona.

### **Problema:**

En nuestro país y en nuestro partido hay muchas hectáreas de suelo salino.

### **Objetivo:**

Recuperar la capacidad productiva y mejorar las características de suelos salinos.

### **Hipótesis:**

La recuperación de suelos salinos es posible mediante el uso de forrajeras.

### **Marco teórico:**

La salinización de suelos y la pérdida de aptitud de los mismos por esta causa es una problemática mundial. Cada vez más tierras se vuelven improductivas o menos productivas por efecto de acumulación de sales. En particular, en nuestro país hay 13 millones de has. y una gran proporción de la superficie de nuestro partido (Trenque Lauquen) afectadas. Para conocer la realidad de nuestros suelos, tomamos muestras y las mandamos a analizar, a continuación pueden verse los resultados de los análisis del presente año.



INFORME DE ENSAYOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DE SUELO												
Nº de muestra	Establecimiento	Lote	Prof. (cm)	pH	C.E.	Na	CIC	PSI				
				—	dS/m	meq/100g	meq/100g	%				
17-11177	PADRE CASTELARO	1	0-20	8.5	56.2	21.77	6.1					
17-11178	PADRE CASTELARO	2	0-20	6.4	1.7	1.08	7.1	15.2				

Tabla1: Resultados de análisis de suelo de lote 1 (bajo salino) lote 2 (suelo agrícola).

Aquí podemos ver que los valores de conductividad son muy elevados en el lote de bajo. Además el agua del lugar también posee salinidad.

Un suelo salino puede definirse como aquel que contiene alta cantidad de sales solubles. En cambio, un suelo sódico es aquel que contiene alta cantidad de sodio intercambiable y bajo nivel de sales solubles. Ambas problemáticas pueden identificarse en campos naturales por vegetación característica y la salinidad puede identificarse a través de otros rasgos a campo, como la aparición de eflorescencias blanquecinas cuando el suelo se seca, pero fundamentalmente se identifica a través del análisis del suelo. Se toma una muestra del suelo de la superficie y de la napa y luego enviarla al laboratorio para comprobar con qué problema se enfrentan y de qué forma hacer un buen manejo para lograr una buena recuperación del suelo. Además, es importante ver la historia de años anteriores del suelo para ver si es conveniente trabajarlo e intentar recuperarlo. El resultado del laboratorio nos brindara los datos de ph, ce, psi, ras

Parámetros que permiten caracterizan a un suelo salino:

Ph: indica la acidez del medio

Conductividad eléctrica: La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad de un material o sustancia para dejar pasar la corriente eléctrica a través de él. La CE mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, la CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo.

Conductividad eléctrica

(dSm/m = mmohs/cm)

Calificación

- 0 - 2 Baja
- 2 - 4 Escasa
- 4 - 8 Moderada
- 8 - 16 Alta
- + 16 Muy alta

El psi mide el porcentaje de sodio intercambiable.



PSI  
(%)  
Calificación  
Menor de 4 Baja  
4 - 8 Ligera  
8 - 15 Moderada  
15 - 20 Alta  
Más de 20 Muy alta

RAS: mide la cantidad de sodio en relación a la cantidad de calcio y magnesio.

La salinización tiene efectos negativos sobre los cultivos, los mismo son:

- 1) EFECTO OSMOTICO:** Cuando el suelo es salino las raíces absorben el líquido del suelo hasta el punto de marchites.
- 2) ESTRES HIDRICO:** Disminuye la disponibilidad de agua en el suelo ya que las sales son higroscópicas.
- 3) EFECTO NUTRICIONAL:** La salinidad altera el PH del suelo, afectando la disponibilidad de nutrientes y las interacciones entre ellos.
- 4) EFECTO OSMOTICO: (O TOXICIDAD)** Principalmente se da con calcio y sodio, producen efectos tóxicos para las plantas, como bajo crecimiento por la disminución del contenido de oxígeno en el suelo.

Existen distintos tratamientos para los suelos salinos como labranza, siembra de algunos cultivos tolerantes a la alta salinidad, enmiendas o lavado.

De todos estos, elegimos investigar sobre la recuperación a través de la siembra de especies forrajeras ya que recuperamos el suelo y, además, obtenemos un cultivo que puede ser aprovechado para la ganadería. Entre estos, los cultivos más destacados son el agropiro y la grama rhodes.

#### **Desarrollo:**

La reducción del agua disponible o "sequía fisiológica" debida a la salinidad, sugiere que la mayoría de las plantas que vegetan en suelos salinos ajustan su potencial osmótico para mantener la absorción de agua y turgencia de los tejidos. Para realizar este ajustamiento osmótico deben absorber y acumular solutos o sintetizarlos (Turner and Jones, 1980). Aunque ha sido sugerido (Poljakoff, Mayber and Gale, 1975) que el crecimiento en condiciones de bajo potencial osmótico es dependiente del ajustamiento osmótico realizado por la propia planta para mantener la urgencia necesaria que lleva al alargamiento celular. Esto produce una gran reducción del crecimiento,



aunque la turgencia sea mantenida, ya que este proceso es de alto costo en términos energéticos para la planta. La capacidad para tolerar o excluir iones específicos y ajustar su potencial osmótico para mantener un balance hídrico favorable, es considerado la parte esencial de la tolerancia a la salinidad (Roundy, 1987). La tolerancia a salinidad varía notablemente entre las diferentes especies. Esto ha llevado a la división general de las plantas en grupos fisiológicos distintos: A) glicophytas, aquellas que toleran relativamente solamente baja concentración de sales; B) Halophytas, que toleran relativamente altas concentraciones. Entre estos límites existe un amplio espectro en cuanto a la salinidad, pero la limitación no es brusca, ya que la tolerancia o sensibilidad a la salinidad es un parámetro que varía gradualmente entre las especies (mas and Hoffman, 1977).

Se ha sugerido que la implantación de especies tolerantes a la salinidad (principalmente halófitas), puede disminuir la salinidad del suelo por la extracción y transporte de material con alto contenido salino fuera de los sitios afectados por sales. Además, el crecimiento de estas especies mejoraría suficientemente el suelo como para permitir la proliferación de otras menos tolerantes (Malcolm, 1986). Sin embargo, tal lo expresado por Roberto Casas (director del centro de recursos naturales de INTA) al diario página 12 en 2013, este tratamiento no es inmediato, tiene diferentes etapas. Primero hay que intentar que se cubra de vegetación natural, para ello hay que clausurar el lote. Luego secar con herbicidas y por último sembrar alguna especie adaptada a la salinidad

Entre las especies tolerantes encontramos el agropiro alargado. Esta es una excelente forrajera, de textura dura y áspera, considerada una de las gramíneas de mejor valor nutritivo. Es de alta producción, resistente al pastoreo y extremadamente tolerante a la salinidad. Su época de crecimiento se desplaza más bien hacia el otoño, con lentitud de crecimiento inicial.

Otra de las especies tolerantes a condiciones de salinidad es el trébol de color blanco. Esta es una planta herbácea erecta, anual y bienal, hasta de 1,5-2m de altura, ramosa desde abajo, subleñosa en la base. Originario en Asia Central, cultivada en Argentina como forrajera mejorada del suelo melífera, en suelos salobres y arenosos. Se adapta a condiciones extremas de escasez de humedad y salinidad en el suelo, está naturalizada como maleza de alfalfares. Además su calidad forrajera es baja, dado el contenido de cumarina y la mayor proporción de tallos fibrosos, y presenta alto valor nutritivo.

Otro trébol apto para suelos salinos es el trébol de olor amarillo. Esta es una especie bienal de hasta un metro de altura, ramificada, estipulas enteras subuladas; racimos de 4 a 10 cm; flores de 5 a 6 mm. Su producción se centra en otoño y primavera, tiene buena resistencia a la sequía y salinidad, tolera excesos de humedad o inundaciones periódicas. Es de tallos más finos y más producción de hojas, que tienen algo de cumarina. Es de buen engorde y aumenta la producción de leche, también tiene la particularidad de adaptarse a varios tipos de terrenos.

De estas especies, el agropiro es de los más utilizados debido a su gran producción de materia seca.

A fin de evaluar la implantación de pasturas consociadas, se realizó una siembra de mezclas forrajeras en una propiedad ubicada en Alto Algarrobal, San Rafael, Mendoza. El suelo de dicha propiedad tiene un contenido de materia orgánica del 1-1,5%. La textura predominante varía de franco arenoso a franco, la profundidad de la napa freática varía entre 30-70 cm. La conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo oscila entre 8dS/m en las zonas menos salinas hasta casi 20 dS/m en las zonas con mayor contenido salino.



La preparación del terreno se realizó mediante dos pasadas de rastra de discos en forma cruzada para eliminar la vegetación natural, compuesta, sobre todo, por cortadera (*Cortaderia selloana*), pasto salado (*Distichlis spicata*) y pájaro bobo (*Thesaria absinthioides*).

La siembra de la mezcla forrajera se realizó en forma manual, al voleo. Las semillas fueron tapadas mediante una pasada de rastra de ramas. La época de siembra fue abril de 1990. La consociación utilizada fue agropiro alargado (*Thinopyron elongatum*) 10 kg/ha, trébol de olor blanco (*Melilotus albus*) 5 kg/ha y trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis*) 6 kg/ha.

De este ensayo se concluyó que si bien varía la cantidad de biomasa producida según las condiciones de salinidad y la cercanía a la napa, en todos los casos la producción de agropiro fue la mayor y muy superior a la producción de la vegetación natural. Lo que demuestra la superioridad de esta especie implantada frente a las naturales que también toleran salinidad. Esto coincide con la opinión de la especialista en forrajes de INTA Balcarce, Monica Agnusdei, quien en una entrevista para INTA informa de 2014, destacó el potencial del agropiro para transformar áreas prácticamente improductivas y recuperar su capacidad para uso ganadero, mejorando la conservación de los suelos. Además consideró que esta especie tiene un buen valor nutritivo comparado con especies naturales, resiste pastoreos intensos y mantiene su calidad durante la época estival.

Por otro lado, empleando esta especie, se condujo un ensayo de recuperación en las proximidades de Carlos Tejedor, sobre un Hapludol thapto nátrico (HTN), clase VII ws, con alta salinidad. El mismo se inició en 1989 y finalizó en 1993. En él se ensayaron dos tipos de escarificación: Cíncel y disco además de un “no laboreo” sobre suelo desnudo, primer situación y clausura. Se realizó un “mulch” de aproximadamente 7.000 Kg de materia seca por hectárea de forraje obtenido de la banquina de la ruta Nº 226. Estas tareas se hicieron en la primavera de 1989. En el otoño siguiente se sembró Agropiro alargado con una máquina para siembra directa. En este estudio se llegó a la conclusión que la labor de cíncelado y disco fue la más eficaz en lograr el aumento de la infiltración de agua que el suelo sin laboreo. Si bien el efecto desaparece al cabo de 12 meses, su duración fue suficiente para permitir la germinación e implantación del Agropiro y otras especies cuyas semillas se incorporaron con el “mulch”, fundamentalmente cebadilla y festuca.

Otra especie tolerante a la salinidad es la grama rhodes (*Chloris gayana*). Es una gramínea megatérmica, perenne de porte erecto con buena capacidad de formación de estolones que se enraízan en los nudos y le permiten cubrir el suelo efectivamente. Esta especie crece bien en suelos arcillosos, tolera altos niveles de sodio y ciertos tenores de salinidad (crece aun en suelos con  $CE > 10$  Dsm/m), puede crecer en un amplio rango de pH (desde 4.5 a 10). Además se adapta a una gran variedad de climas subtropicales a templados, semiáridos o subhúmedos, resiste sequía y anegamiento pero es baja su resistencia a heladas.

En relación a esto, en Santiago del Estero, Toll Vera, J. R.; Martín, G. O. (h); Nicosia, M. G.; Fernández, M. M. Plasencia, realizaron un ensayo desde el 1998 hasta 2010 en suelos salinos con grama rhodes. El ensayo consistió en pasar rolos aireadores sembraron una densidad de 6 kg/ha de grama. Se sembró con una cobertura del 100% con plantas de Cachiyuyo (*Atriplex cordobensis* Gand. y Skuck.) de 2 m de altura y plantas aisladas de Chañar (*Geoffroea decorticans* (Hook. et Arn) Burkart).

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados que obtuvieron:





Prof. (cm)	pH 1998	pH 2010	Dif	M.O. % 1998	M.O. % 2010	Dif	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> ) 1998	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> ) 2010	Dif
0 a -20	8,51	7,22	-1,29	2,33	4,95	+2,62	25,08	14,10	-10,98
-20 a -40	9,12	7,79	-1,33	1,67	2,34	+0,67	29,49	12,90	-16,59
-40 a -60	9,16	8,01	-1,15	1,04	1,51	+0,47	31,11	15,30	-15,81

Con el efecto de la pastura de Grama Rhodes cv. Callide se observa que el pH disminuyó hasta la profundidad de 60 cm, siendo de mayor manera en el horizonte subsuperficial (-20 a -40 cm). El contenido de M.O. aumentó en todos los perfiles estudiados aunque en menor grado en el horizonte más profundo. Lo que guarda relación con el patrón de crecimiento radicular para una pastura perenne estival. Los mayores incrementos porcentuales se obtuvieron en el horizonte superficial, tanto fruto de la acumulación de biomasa arbustiva en el momento de implantación como del aporte de residuos de la pastura.

Además se comparó el efecto de la biorecuperación mediante la pastura con su equivalente enmienda química, yeso agrícola (SO<sub>4</sub>Ca.2H<sub>2</sub>O) y lámina de agua de lavado. En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos:

Prof. Cm	PSIi 1998	PSIf 2010	Dif.	Eq Yeso Tn.ha <sup>-1</sup>	Eq Lar mm
0 a -20	48	43	-4,9	1,83	43,62
-20 a -40	61	38,5	-22,5	8,54	45,30
-40 a -60	82	44,9	-37,5	14,22	44,49

Aquí puede verse como la Grama Rhodes cv. Callide (4n) implantada con rolos aireadores deprimió los valores de PSI en todos los horizontes estudiados y de forma creciente con la profundidad cuando se enmendó el suelo con yeso y se le aplicó el tratamiento de lavado.

Sin embargo, la información relevada en nuestra zona (consultas a productores CREA) indica que no es factible implantar esta especie en nuestra zona debido al régimen de heladas y al régimen de precipitaciones de los últimos años.

### Conclusiones:

La recuperación de suelos salinos es muy importante porque nos permite hacer un uso de ese espacio que no está en buenas condiciones por su nivel de salinidad o sodificación.



Analizando la bibliografía, podemos llegar a la conclusión que la recuperación con forrajeras adaptadas a la salinidad como grama rhodes y agropiro, es posible en diversas zonas, pero lleva un tiempo variable según las condiciones iniciales del suelo, el clima, entre otros. Además, una vez lograda la cobertura, la duración dependerá del manejo que hagamos del lote. El cual debe ser el correcto para evitar que el proceso se revierta o incluso llegue a alcanzar niveles de salinización peores que los iniciales.

En particular, el próximo año intentaremos hacer una parcela experimental de agropiro en el suelo salino del colegio para evaluar su implantación y efectos sobre los parámetros del suelo.

### **Bibliografía**

- Agropiro, la pastura que rehabilita suelos marginales. Intainforma.2014
- Ochoa, M.,A. Producción de forraje en suelo salino . 1994. INTA .
- La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos. Extraido de <https://www.intagri.com/ar>.
- Recuperación de los suelos salinos. Página 12 . 2013