



VARIACIÓN DE PARÁMETROS EDÁFICOS EN UN BAJO SALINO EN RECUPERACIÓN

Autores: Micaela Axpe, María Sol Barisson, Barbero Lucia, Santiago Beneitez, Julián Carini, Alejo Crespo, Ariel Cuenca, Francisco Fiorellini, Gustavo García, Hernán Konig, Santiago Luengo, Denis Magra, Juan Pedro Mongiello, Valentín Navarro, Daiana Ponce, Martín Ramírez, Cristian Ruiz, María Belén Sánchez, Eliana Sosa, Aldana Vernhes.

Tutor: Ing. Agr. Mariana A. Caronna. (Profesora)

Tutor Crea: Ing. Agr. Arturo Ghigliazza.

Tutor INTA: Ing. Agr. Rubén Alvarez.

EESA N° 1 “Manuel Belgrano”- Mariano Moreno sección quintas, 30 de Agosto, Partido de Trenque Lauquen, Pcia. Buenos Aires. Tel.: 02392-471347. Mail: escuelaagrop@celt.com.ar.

Directora: Marisa Gaita.

Resumen:

En la región de la pampa arenosa es común encontrar gran cantidad de bajos salinos degradados o subutilizados. La implantación de especies forrajeras adaptadas a estos ambientes permitiría una mejora en los parámetros edáficos, lo cual favorecería las condiciones para la futura resiembra y establecimiento de las mismas. Se realizó un análisis comparativo de los parámetros edáficos en un bajo salino degradado que se encuentra transitando un proceso de recuperación, el cual consiste en favorecer la resiembra natural de plantas aisladas de Agropiro (*Thynopiron elongatum*), con ayuda de una pasada de rolo a principios de otoño para mejorar la dispersión de la semilla a mayor distancia de la planta madre. Se pueden observar tres ambientes bien definidos: uno ya colonizado por Agropiro (*Thynopiron elongatum*), otro colonizado por especies autóctonas como Jume (*Salicornia ambigua*), Pelo de chanco (*Distichlis spicata*) y algunas plantas de Agropiro, y un último ambiente sin cobertura vegetal con presencia de sales en superficie. En cada uno de ellos, se realizó un muestreo de suelo para evaluar conductividad eléctrica, pH, humedad, densidad aparente, compactación y contenido de materia orgánica. También se tomaron muestras para estimar la oferta forrajera de los ambientes que presentan vegetación implantada. Además se realizaron calicatas para determinar los perfiles dominantes en el bajo y la profundidad y calidad de la napa. Los resultados obtenidos muestran una mejora en los parámetros edáficos en las zonas con alta cobertura vegetal perenne, permitiendo así la recuperación progresiva del bajo. Estos avances están sujetos a la ocurrencia de períodos de lluvias excesivas que generen nuevos anegamientos.

Palabras clave: Agropiro, alcalinidad, cobertura.

Introducción

En los últimos años se produjo una intensificación de la actividad agrícola en la región, lo cual trajo aparejado un aumento de la carga animal en los ambientes de menor calidad. El pastoreo continuo de los bajos generó como consecuencia la degradación de la cobertura vegetal, quedando una gran proporción de suelo descubierto. La región ha sufrido además, lluvias extraordinarias que provocaron el anegamiento de las zonas más bajas de los campos y el ascenso de las napas freáticas junto con las sales que el agua lleva en solución. Al finalizar el período lluvioso, se produce la eliminación del agua mediante evaporación y comienza la desecación de las capas superiores del suelo. Al intensificarse el proceso, se produce el ascenso capilar del agua freática que al evaporarse enriquece de sales todo el perfil, principalmente la porción superior del suelo, acentuándose el proceso de salinización (Zamolinski, A. 2000). Una de las claves para el manejo de estos suelos consiste en lograr una cubierta vegetal natural, contribuyendo de esta manera a disminuir la temperatura superficial, la acción del viento y el ascenso capilar de sales, especialmente. Los sectores carentes de vegetación son los más críticos en cuanto a posibilidades de recuperación. La determinación de pH nos permite estimar cuán grave es el problema; valores por encima de 8,2 indican la presencia de sodio en exceso. Así, se crean condiciones físicas desfavorables para el desarrollo de las plantas, disminuye la infiltración del agua y la difusión del oxígeno (Alvarez, C. et. al, 2017). A su



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



vez se da un efecto tóxico por la gran cantidad de iones Cl y Na, sobre todo en especies sensibles al exceso de Na. La desaparición de las especies autóctonas generó un aumento de la concentración de sales en el perfil al no ser absorbidas por éstas, ascendiendo por capilaridad durante la estación seca. La implantación de especies 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, mejorando las condiciones edáficas para permitir la proliferación de otras especies menos tolerantes a la salinidad (Glicófitas). La reducción del agua disponible del suelo debida a la salinidad se debe a una disminución del potencial osmótico del suelo, por lo cual 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 lograr esto deben absorber y acumular solutos o sintetizarlos (Turner and Jones, 1980). También se han reportado alteraciones en la absorción de agua y el intercambio gaseoso (transpiración, fotosíntesis y respiración), anatomía de la planta, etc. (Meiri and Poljakoff-Mayer, 1970).

Una de las especies más utilizada en áreas altamente salinizadas o alcalinizadas es el Agropiro (*Thinopyron elongatum*), forrajera extremadamente tolerante a la salinidad que crece donde otras forrajeras del mismo valor nutritivo no lograrían suficiente producción. Es resistente a pastoreos intensos y produce gran cantidad de forraje, desplazando su mayor crecimiento hacia el otoño. Otra característica importante es que su tiempo medio de germinación (TMG) es breve aún con altos niveles de conductividad eléctrica, esto hace que tenga ventajas para germinar e implantarse en suelos con bajo potencial osmótico. En zonas donde la napa freática se encuentra a poca profundidad, aunque la calidad de la misma sea baja por la alta concentración de sales disueltas, su alta tolerancia a la salinidad le permite utilizar este aporte extra de agua en el suelo durante las estaciones de menores precipitaciones. Como contrapartida su textura es dura y áspera por lo cual posee menor palatabilidad que otras gramíneas forrajeras, siendo su destino más común la alimentación de rodeos de cría.

El bajo salino estudiado se encuentra en el establecimiento “San Benito”, ubicado en el partido de Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires, dentro de la zona denominada Pampa Arenosa. Dicho bajo posee una superficie total de 60 has y se encuentra transitando un proceso de recuperación, luego de sufrir un largo período de sobrepastoreo y posterior inundación. La estrategia consiste en favorecer la resiembra natural de plantas aisladas de Agropiro (*Thynopiron elongatum*), con ayuda de una pasada de rolo a principios de otoño para mejorar la dispersión de la semilla a mayor distancia de la planta madre. De esta manera se busca favorecer la colonización de dicho ambiente con Agropiro sin remoción del suelo y evitando de esta manera un mayor ascenso de sales. Se pueden observar tres ambientes bien definidos: uno ya colonizado por Agropiro (*Thynopiron elongatum*), otro colonizado por especies autóctonas como Jume (*Salicornia ambigua*), Pelo de chancho (*Distichlis spicata*) y algunas plantas de Agropiro, y un último ambiente sin cobertura vegetal con presencia de sales en superficie. El proceso lleva dos años, partiendo de una situación inicial en la cual el bajo se encontraba bajo agua y cuyas orillas ubicadas en una posición más alta del relieve permanecían ocupadas por plantas de Agropiro. Al ir bajando el nivel del agua las zonas a media pendiente se fueron colonizando con especies autóctonas quedando una zona más baja sin ningún tipo de cobertura y con sales en superficie. La presencia de cierto stand de plantas de Agropiro en los límites del bajo y el evidente alto contenido de sales del perfil motivaron la elección del método de propagación empleado.



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Figura nº 1: Vista general del bajo en estudio.



Materiales y Métodos

Se tomaron muestras de suelo en tres ambientes bien diferenciados en cuanto a cobertura vegetal para calcular humedad, PH, conductividad eléctrica (sales), materia orgánica y densidad aparente. Para esto se utilizó un calador con recipiente recolector (Figura n°2) que trabaja a una profundidad de 20 cm, realizando cuatro caladas por cada punto de muestreo e identificando cada muestra con las coordenadas respectivas.



Figura n°2: Toma de muestra de suelo en el ambiente 3.

Para determinar estos parámetros se siguieron los siguientes protocolos:

Determinación de PH del suelo

- 1- Extraer la muestra del suelo.
- 2- Colocar en bandeja plástica con su identificación.
- 3- Dejar secar al aire libre durante una semana o secar a estufa de circulación de aire forzada por 24 hs a una temperatura de 50°C.
- 4- Colocar el suelo seco en una bandeja y desterronar con un pilón.
- 5- Tamizar la muestra con tamiz de 2mm en otra bandeja.
- 6- Pesar 10 gramos de suelo y colocarlo en un vaso de precipitado 250 mm.
- 7- Agregar 25mm de agua destilada, agitar suavemente durante 15 minutos.
- 8- Dejar reposar 30 minutos y volver a agitar
- 9- Dejar reposar 2 horas y volver a agitar
- 10- Realizar la medición a las 4 horas con peachímetro calibrado y esperar hasta que quede el resultado.



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Determinación de Conductividad Eléctrica: Por medida directa en pasta saturada de suelo:

- 1- Se realiza una pasta saturada de suelo con superficie espejada, que al inclinar el recipiente se desliza fácilmente con espátula.
- 2- Dejar en reposo durante 2 horas.
- 3- Medir CEp sumergiendo la celda de conductividad previamente calibrada.
- 4- Filtrar la pasta saturada empleando un embudo Buchner, papel de filtro tipo Microclar CL-567 y Kitasato con bomba de vacío.
- 5- Determinar sobre el extracto CEex.

Determinación de Carbono Orgánico: según norma IRAM_– SAGyP 29571-2:2011.

- 1- Colocar una muestra de 1 gr. de suelo (p) seco tamizado a 5 mm en un Herlenmeyer.
- 2- Preparar un blanco sin muestra de suelo.
- 3- Añadir 5 ml de solución de dicromato de potasio 0.167 mol/l.(M).
- 4- Añadir 10 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- 5- Dejar en reposo durante 30 minutos sobre una superficie aislante para evitar la pérdida de calor abrupta.
- 6- Añadir 15 ml de agua destilada.
- 7- Añadir 1 ml de ácido fosfórico y 3 gotas de indicador o- fenantrolina.
- 8- Titular la muestra y el blanco con sal de mhor 0.5 mol/l. Registrar ambos volúmenes (Vm-Vb).
- 9- Calcular el carbono orgánico oxidable a partir de la ecuación:

$$COx = \frac{(Vb - Vm) * M * 3}{P}$$



Figura n° 3: Determinación de materia orgánica por titulación con sal de Mhor 0,5 mol/l.



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Determinación de Densidad Aparente: se utilizó un cilindro de acero inoxidable de 17cm de longitud y 3cm de diámetro interno. Se tomó una muestra de cada ambiente en las mismas coordenadas de las muestras anteriores. En laboratorio, se sometió la muestra a secado en estufa, a 70°C por 24 horas, dentro del cilindro de muestreo. Luego se toma el peso de la muestra contenida dentro del cilindro y se aplican la siguiente formula:

Densidad aparente (g/cm³)= Peso de la muestra de suelo (g)

Volumen del cilindro

Para determinar compactación de suelo se utilizó un penetrómetro cuya pesa es de 2kg y se desliza por una lanza que posee una escala graduada, que permite contabilizar los golpes necesarios para que la lanza penetre 5cm en el perfil del suelo.



Figura nº 4: Determinación de compactación en Ambiente 3.



A su vez se realizaron calicatas para determinar qué perfiles de suelo dominan el bajo y establecer la profundidad y calidad de la napa.

Determinación de Disponibilidad Forrajera: se arrojó cuatro veces un aro de corte de 0.25m², al azar en cada punto de muestreo y luego se cortó todo el material vegetal situado dentro del mismo, dejando un remanente de 5cm. Se colocaron las muestras en bolsas separadas e identificadas con las coordenadas de cada ambiente y se transportaron al laboratorio para ser sacadas en estufa, para poder calcular el porcentaje de materia seca de cada una.



Figura n° 5: Estimación de disponibilidad forrajera con aro de 0,25 m²

Determinación de Materia Seca:

- 1-Pesar la muestra de forraje obtenida en los cortes y registrar el dato.
- 2-Colocar la muestra en estufa de secado a 60°C durante 24 horas.
- 3-Retirar la muestra y registrar el peso seco.
- 4-Realizar el siguiente cálculo: $\frac{\text{Peso de la muestra húmeda (g)} - \text{peso de la muestra seca (g)}}{\text{Peso de la muestra húmeda (g)}} \times 100$



Resultados y Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que existe una correlación entre el nivel de cobertura vegetal y la densidad aparente del suelo en los primeros 20 cm del perfil, ya que los ambientes que mostraron una mayor oferta forrajera (A2 y A3) poseen densidades mucho menores (A2 1.29 gr/cm³ y A3 1.18 gr/cm³) que el ambiente sin cobertura vegetal (A1- 1.77 gr/cm³) ubicado en la parte más baja del bajo salino en estudio.

Tabla N° 1: Análisis de las muestras tomadas el 12/7/18

Parámetros	A1	A2	A3
	(0-20 cm)	(0-20 cm)	(0-20 cm)
PH	9,02	8,82	8,36
Conductividad eléctrica (ds/m)	7,95	2,9	2,27
Tipo de suelo	Salino Sódico	Alcalino Sódico	Alcalino Sódico
Densidad aparente (gr./cm ³)	1,77	1,29	1,18
MO (%)	0,3	0,95	4,6
Humedad (%)	78,4	32,3	28,4
Oferta forrajera (kgMS/ha)	sin cobertura	272,1	1342,1
Coordenadas	36°06.0574`S/ 062°28.6911`W	36°06.0650`S 062°28.6648`W	36°06`05.5`S/62°28` 37.4`W

Esto puede explicarse por el efecto regenerador que tiene el desarrollo de cobertura vegetal perenne sobre la estructura del suelo. Hay un mayor aporte de materia orgánica y una mayor actividad de la macro y micro flora del suelo que junto con el crecimiento de las raíces favorecen la agregación del suelo y mejoran la estabilidad estructural. Durante la toma de muestras en el ambiente 3 se pudo observar gran desarrollo de raíces y acumulación broza en la base de las plantas en distintos grados de descomposición (Figura n° 2). Esto se ve reflejado en los valores obtenidos de materia orgánica (MO) para cada ambiente. En el ambiente A1, donde no existía cobertura vegetal el contenido de MO fue muy bajo, 0,3%, mientras que en el ambiente A3 el contenido de MO fue muy bueno, 4,6%. (Tabla n°1). La cobertura vegetal actúa como una barrera protectora contra la erosión hídrica y eólica del suelo y favorece la retención de humedad al evitar que la radiación llegue de manera directa a la superficie del mismo. De esta manera disminuye la evaporación de agua del perfil del suelo disminuyendo el ascenso capilar de sales. Como se puede observar en la tabla n° 1, la conductividad eléctrica de los ambientes A2 y A3 en los primeros 20 cm del perfil fue mucho menor (2.9 ds/m y 2.27 ds/m, respectivamente) que en el ambiente A1 (7.95 ds/m) donde no existía cobertura vegetal, quedando el suelo totalmente expuesto a la energía evaporante del sol. La especie vegetal dominante en el ambiente A3 es el Agropiro, cuyo desarrollo generó una cobertura total del suelo, siendo esta una especie capaz de crecer en ambientes extremadamente salinos y sódicos, y cuya actividad permite reducir el nivel de sales en el perfil. La producción de materia seca de este ambiente fue muy superior (1342,1kg MS/ha) a la medida en el ambiente A2 (272,1 kgMS/ha), siendo nula en el ambiente A1. Solo podía observarse sales en superficie y un perfil saturado de agua (Humedad 78,4%), indicativo de la proximidad de la napa. El análisis de los datos obtenidos con el penetrómetro muestra una delgada capa de 5 cm de espesor con cierta compactación muy cerca de la superficie de dicho ambiente, coincidente con la observación de agregados de tipo laminar con presencia de humatos de color negro, lo cual junto con el bajo contenido de MO hallado (0,3 %), evidencian la acción de dispersión y disolución del sodio. La tabla n° 2 muestra que se necesitaron 2 golpes de maza para penetrar los primeros 5 cm de suelo pero luego se necesitaron 4 golpes de maza para llegar a los 10 cm de profundidad en el ambiente 1.



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Tabla N° 2: Análisis de Compactación con Penetrómetro

Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 3	
Golpes	Profundidad (cm)	Golpes	Profundidad (cm)	Golpes	Profundidad (cm)
2	5	1	5	1	7
4	10	2	10	2	11
2	15	3	15	2	20
2	22	2	20	2	27
3	30	3	25	3	40
3	36	2	30		
4	40	3	35		
		4	40		
20		20		10	

Por otro lado se puede observar que en el ambiente 3 se necesitó menor cantidad de golpes de maza para avanzar en el perfil y llegar a los 40 cm de profundidad. En dicho ambiente con 10 golpes de maza se llegó a los 40 cm de profundidad, pero tanto en el ambiente 1 como en el ambiente 2 se necesitaron 20 golpes de maza para alcanzar dicha profundidad. Esta respuesta se debe a la mejor agregación y estructura del perfil observada en el ambiente 3 respecto a los otros 2 ambientes. Si analizamos la cantidad de golpes que se necesitaron para recorrer los primeros 20 cm del perfil podemos observar que en el ambiente 3 solo se necesitaron 5 golpes de maza, pero en los ambientes 1 y 2 fueron necesarios 9 y 8 golpes de maza respectivamente. Esto evidencia una mayor compactación de dichos perfiles producto de una menor agregación y una estructura más masiva en los primeros centímetros del suelo. La gran densidad de raíces del Agropiro y la notoria acumulación de materia orgánica observada en el ambiente 3 mejoraron las condiciones de agregación del suelo en las capas superficiales, contrarestando los efectos del sodio, cuya presencia se evidencia por el valor de $\text{ph}=8,36$ (Tabla N°1).

En el ambiente 1 se encontró un perfil de suelo de tipo thapto, con una delgada capa de depósito arenoso en superficie y un horizonte sub-superficial oscuro y masivo con agregados de tipo laminar (Figura n° 6) debido a la acción del sodio, que disuelve la materia orgánica y rompe los agregados del suelo, afectando su estructura y porosidad. La napa se encuentra a 56 cm de profundidad (Tabla n° 2) lo cual mantiene saturado el perfil del suelo. El horizonte anexo presenta un color grisáceo, textura fina y moldeable, con presencia de sales, típico de suelos halomórficos.



Figura n° 6: Perfil thapto en Ambiente 1.



En el ambiente 3 la profundidad de la napa es mayor, ubicándose a 74 cm de la superficie, debido a una posición más alta en el relieve del bajo, próximo a una loma. Se pudo observar un perfil con un horizonte A de color oscuro con gran densidad de raíces, mayor porosidad, actividad de bichos bolitas y agregados de tipo granulares, seguido por un horizonte C de color mucho más claro saturado por la proximidad de la napa.



Figura n° 7: Perfil hallado en el ambiente 3 con horizonte superficial más oscuro con alto contenido de materia orgánica.

Tabla N° 2: Conductividad eléctrica y PH de la napa.

	Ambiente 1	Ambiente 3
Prof. de Napa (cm)	56	74
PH	7,57	7,44
CE (dS/m)	4,63	3,72

Los valores de CE y PH hallados en la napa muestran su carácter salino, razón por la cual los perfiles se mantienen con una alta carga de sales. A pesar de la gran cantidad de raíces y del alto contenido de materia orgánica del horizonte A en el ambiente 3, el valor de ph en los primeros 20 cm de suelo sigue siendo alto, 8,36 (Tabla n°1). Esto restringe el abanico de especies forrajeras posibles de implantar en estos ambientes, siendo viables solo las capaces de crecer bajo condiciones de salinidad y alcalinidad.



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Conclusiones

Por todo lo antes dicho podemos concluir que el establecimiento de una cobertura vegetal perenne dominada por una especie tolerante a la salinidad y a la alcalinidad permite mejorar los parámetros edáficos tanto físicos como químicos, permitiendo a futuro la resiembra y colonización de mayor superficie del bajo. Si bien en un principio las especies dominantes pueden ser autóctonas de baja calidad forrajera como el pelo de chanco (*Distichlis spicata*) o Jume (*Salicornia ambigua*), su establecimiento genera una mejora en el ambiente edáfico que permitirá luego la implantación de especies de calidad forrajera superior como el Agropiro (*Thynopirum elongatum*). Si bien los bajos salinos pueden presentar algunas restricciones para el pastoreo por falta de piso en las épocas de mayores precipitaciones, pueden transformarse en zonas de reserva de forraje e incorporarse a la cadena forrajera del establecimiento.

Los avances en la recuperación de estos suelos están sujetos a la duración del ciclo sin lluvias excesivas que provocarían un nuevo anegamiento y un retroceso en el proceso de recuperación.



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Bibliografía

- Ochoa, Miguel A. 2011. Producción de Forraje en Suelos Salinos. <https://inta.gob.ar/documentos/producción-de-forrajes-en-suelos-salinos>.
- Zamolinsky, Alejandro F. 2000. Experiencias en Recuperación de Suelos Salinizados. Publicación Técnica N° 31. ISSN – 0326-5803.
- Alvarez, Cristian & Ghironi, Eugenia. 2017. Muestreo de Suelo en Lotes post-inundación en Alta Italia. Informe Técnico. INTA.