

# GUÍA SOBRE IMPLANTACIÓN, PRODUCCIÓN Y MANEJO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES O MEGATERMICAS EN SUELOS AFECTADOS POR SALES DE LA REGIÓN DE LA PAMPA ARENOSA

Ramiro Bandera

INTA EEA General Villegas

[rbandera@correo.inta.gov.ar](mailto:rbandera@correo.inta.gov.ar)

## Palabras clave:

implantación, manejo, forrajeras megatérmicas, suelos salinos

## 1-INTRODUCCIÓN

El proceso de agriculturización por el que atraviesa hoy en día la Argentina, producto de la demanda sostenida de granos y el aumento de precios, ha generado un proceso de redistribución de la ganadería de carne hacia zonas marginales y suelos de baja aptitud para la producción de granos, muchos de ellos caracterizados por el elevado contenido de sales solubles y la susceptibilidad a encharcamientos temporarios. Los suelos afectados por sales de la región de la Pampa Arenosa no son una excepción a este proceso.

Esta realidad productiva, pone de manifiesto la necesidad de generar información validada sobre adaptación, comportamiento productivo y distribución estacional de la producción de especies forrajeras tropicales y templadas en suelos afectados por sales de la región, con el objetivo de conformar una cadena forrajera que satisfaga las necesidades de los planteos de ganadería de cría y/o ciclo completo.

La implantación y fertilización nitrogenada de gramíneas forrajeras tropicales o megatérmicas en algunos de estos suelos, son alternativas para incrementar la oferta forrajera estival, momento en el cual las especies templadas como el Agropyro alargado (*Thinopyrum ponticum*), declinan sensiblemente su producción, permitiendo complementar en el tiempo recursos forrajeros de diferente producción estacional de forraje.

Esta guía, correspondiente a la región de la Pampa Arenosa, incluye características edafoclimáticas de la región, un panorama de la problemática de

salinización de los suelos ubicados en posiciones deprimidas del relieve, las causas de este proceso y los tipos de suelos afectados por sales más representativos de la región, potencialmente aprovechables con algunas forrajeras megatérmicas. Además, la guía contiene una descripción general de algunas especies y cultivares (cv) de gramíneas megatérmicas y pautas generales de manejo y producción de estas especies, provenientes de experiencias llevadas a cabo en la región (centro, norte y noroeste de la provincia de Buenos Aires), conducidas en suelos sódicos-alcalinos de baja salinidad, entre los años 2007 y 2011.

De esta manera, la guía pretende brindar una ayuda a la hora de tomar decisiones que hacen a la mejora de la base forrajera de suelos afectados por sales, ambientes destinados a planteos de ganadería de cría y/o ciclo completo.

## 2-CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LA REGIÓN DE LA PAMPA ARENOSA

La región de la Pampa Arenosa abarca el sector noroeste de la provincia de Buenos Aires, sudeste de Córdoba, sur de Santa Fe y noreste de La Pampa, Argentina y cubre aproximadamente una superficie de 54.980 km<sup>2</sup>, delimitada por los paralelos 34° 20' y 36° 45' de latitud sur y por los meridianos 61°33' y 63°25' de longitud oeste (Viglizzo et al., 2001).

El clima es templado con moderadas condiciones

continentales hacia el oeste, sin manifestarse grandes amplitudes térmicas diarias ni anuales. La temperatura media anual es de 16,2 °C, con medias máximas durante el mes de enero de 33,0 °C y medias mínimas durante el mes de julio de 1,6 °C. En el semestre de primavera-verano se observa una mayor frecuencia e intensidad de vientos que junto a las mayores temperaturas inducen a altas tasas de evapotranspiración potencial y afectan negativamente el balance hídrico de los cultivos. Las precipitaciones son altamente variables entre años, condición típica de ambientes semiáridos y subhúmedos, con una distribución primavero-estivo-otoñal. El déficit hídrico es mayor en los meses de diciembre y enero, mientras que la recarga del perfil se concentra entre los meses de febrero y abril.

Morfológicamente es una llanura con pendiente de oeste a este con un gradiente medio de 0,025 %. El paisaje está constituido por lomas, planicies y cordones medianos cubiertos por sedimentos de origen eólico (de más de diez metros de espesor en el sector oeste), que son obstáculos naturales para el normal escurrimiento de las aguas superficiales. En el norte se ubican médanos longitudinales con orientación sudoeste-noreste y en el sur médanos parabólicos. Estos médanos poseen una disposición transversal, generando un tipo de drenaje arreico. Los excedentes de agua no se organizan en cursos superficiales, por lo que el agua sólo puede ser eliminada por drenaje profundo o evaporación. Dadas estas características geomorfológicas, la región se presenta poblada de lagunas y carece de cauces fluviales.

### **3-SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN: AMBIENTES PARA LA IMPLANTACIÓN DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES O MEGATÉRMICAS**

En la República Argentina hay aproximadamente 85.000.000 ha afectadas por exceso de sales y sodio, incluyendo los ambientes áridos y semiáridos (Szabolcs, 1979). La información provista por la FAO (2000) indica que Argentina posee aproximadamente 600.000 hectáreas de suelos bajo riego afectadas por problemas de salinidad y es el tercer país, después de Rusia y Australia, con mayor superficie de suelos afectados por sales en el mundo.

A diferencia de otros países que poseen suelos afectados por sales en climas áridos y semiáridos, en Argentina también existen enormes extensiones de estos suelos en climas húmedos y subhúmedos (Taboada et al., 2003), donde las sales provienen de

las capas freáticas, predominando una dinámica climática e hidrológica más compleja y difícil de modelar. La importancia del hidromorfismo (exceso de sales y condiciones de anegamiento) en regiones húmedas y subhúmedas de Argentina lo demuestra la superficie que afecta en la Pampa Deprimida del centro-este bonaerense (9 millones de hectáreas) y noroeste bonaerense (2,5 millones de hectáreas) (Taboada & Lavado, 2009). Lo anterior, muestra que la salinización de los suelos de la Argentina es una problemática de importancia y que además, posee un impacto en las actividades productivas, sociales y ambientales altamente negativo.

Los procesos de salinización y/o sodificación de los suelos se deben a la acumulación de sales y/o sodio intercambiable en las partes más deprimidas del relieve. Las mismas reciben las aguas de escorrentía o el aporte de capas freáticas salinas que, al ascender en períodos de lluvia abundantes, depositan cantidades considerables de sales en el perfil del suelo, variando su magnitud según la frecuencia y duración del fenómeno (Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, 1987). Al finalizar un período lluvioso, se produce la eliminación del agua mediante evaporación e infiltración 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 el perfil y, principalmente, la porción superior del suelo, fenómeno denominado "salinización". La intensidad del mismo está en íntima relación con la profundidad y concentración salina del agua freática, mientras que la composición de las sales determina la naturaleza del fenómeno, que puede ser de alcalinización, alcalinización-salinización o salinización (según prevalezcan o no sales de sodio) (Zamolski, 2001). En estas áreas deprimidas del relieve, el proceso de salinización es parcialmente reversible en ciclos climáticos normales, donde al descenso de la capa freática se suma la lixiviación de sales por lavado por lluvias. Todos estos procesos pueden agravarse ante un manejo inadecuado de los suelos, siendo la resultante final la pérdida de la capacidad productiva por un lapso de varios años (Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, 1987).

#### **3.1-CLASIFICACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR SALES**

El USDA (1954) define a los suelos salinos y sódicos como aquellos que presentan concentraciones excesivas de sales solubles, sodio intercambiable o ambos, de tal manera que afectan o alteran la productividad. Tomando como criterios evaluativos, el valor de Conductividad Eléctrica (CE) de 4 dS m<sup>-1</sup> a

25°C para la salinidad y el de 15% para el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), los suelos afectados por sales se clasifican en cuatro clases: normal, salino, sódico y salino-sódico (Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación de suelos afectados por sales (USDA, 1954).

CE= conductividad eléctrica.

PSI= porcentaje de sodio intercambiable.

Suelo	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	PSI %
Normal	6 a 7	< 2	< 15
Sali	< .	> 4	< 15
Só i	> .	< 4	> 15
Sal' i	> .	> 4	> 15

Este criterio fue desarrollado para suelos halomórficos (con exceso de sales) de zonas áridas, usualmente destinados a riego, y no siempre se aplica correctamente a los suelos halomórficos de zonas húmedas y subhúmedas, como es el caso de extensas regiones de la Argentina. En estos suelos, los principales criterios para definir niveles excesivos de sodio intercambiable son el PSI y el valor Relación Adsorción Sodio (RAS) (Szabolcs, 1994). Desde el punto de vista de los efectos perjudiciales que provoca el exceso de sales solubles en el crecimiento de las plantas, las plantas sensibles a la salinidad son afectadas por la mitad del valor propuesto por el USDA como límite para la salinidad (4 dS m<sup>-1</sup>), mientras que las plantas tolerantes pueden soportar 8 dS m<sup>-1</sup> o más (Taboada & Lavado, 2009). Por otro lado, con valores de PSI inferiores a 15%, los problemas físicos generados por el exceso de sodio en el suelo como la infiltración, la permeabilidad, y los encostramientos en superficie, comienzan a ser de una magnitud importante (Taboada & Lavado, 2009).

### 3.2- SUELOS AFECTADOS POR SALES MÁS REPRESENTATIVOS DE LA REGIÓN

Los suelos de la región evolucionaron sobre materiales de sedimentos arenosos de origen eólico (loess) depositados en el Pleistoceno tardío-Holoceno, bajo regímenes de humedad subhúmedos (údicos) en el este y semiáridos (ústicos) hacia el oeste. Se encuentran asentados sobre sedimentos de texturas más finas, poco permeables que hacen de apoyo a la capa freática. La profundidad de esta

capa depende del espesor del manto arenoso. El agua se mantiene lejos de la superficie (más de tres metros) en suelos profundos, donde el relieve es ondulado, pero se aproxima a la misma en la medida que disminuye el espesor del manto arenoso. Los suelos más representativos de las partes deprimidas del relieve (escaso espesor del manto arenoso) son los Natracuoles, que forman asociaciones con Natracualfes y Natralboles. En la posición más baja se encuentran suelos de drenaje pobre, elevada alcalinidad sódica, bajo tenor de materia orgánica y nivel freático alto (Natracualf típico) (Zamolinski, 2001). En la medialoma se encuentran en mayor proporción los Natracuoles típicos (USDA, 1975). Todos estos suelos tienen típicamente un horizonte arcilloso, baja permeabilidad y alto contenido de sales sódicas (Salazar Lea Plaza & Moscatelli, 1989), características que afectan la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Estos procesos se suman a la formación de costras superficiales, para constituirse en los problemas estructurales que predominan en los suelos sódicos. Los problemas estructurales afectan el movimiento de agua y aire, la disponibilidad de agua, la penetración radical, la emergencia de plántulas y dificultan la realización de labranzas (Shainberg & Letey, 1984; Gupta & Abrol, 1990; So & Aylmore, 1993; Sumner, 1993). Estos cambios en las propiedades físicas y químicas reducen la actividad radical de las plantas, dando por resultado una baja productividad primaria.

Todos estos suelos sódicos difieren en su calidad agronómica, la cual está en gran parte determinada por la profundidad a la que se encuentra el horizonte nátrico (horizonte con elevado contenido de sodio) y el espesor y propiedades del horizonte A. Los Natracuoles, en general, poseen un horizonte A húmico y fértil, con pH neutro a moderadamente ácido (Lavado & Taboada 1988). Estos suelos ocupan ambientes planos tendidos, afectados por encharcamientos estacionales, caracterizados por la presencia de cobertura vegetal de *Cynodon dactylon* ("gramón"). Estos encharcamientos son causados usualmente por agua de lluvia, si bien al mismo tiempo se encuentra la capa freática próxima a la superficie del suelo (Lavado & Taboada 1988). Los Natracualfes poseen baja calidad agronómica, pues carecen de un horizonte A fértil, y poseen exceso de sodio intercambiable desde la superficie. A campo se los conoce como "barros blancos" (eflorescencias salinas en superficie) y su respuesta a prácticas de manejo difiere de los Natracuoles, pues poseen escasa cobertura vegetal y baja diversidad florística. En ellos prevalecen gramíneas como *Distichlis* ("pelo de chancho"), de baja producción de materia seca y calidad, siendo el único recurso forrajero que se dispone.

## 4. LAS GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES O MEGATÉRMICAS EN SUELOS AFECTADOS POR SALES

### 4.1- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FORRAJERAS MEGATÉRMICAS

Las gramíneas forrajeras tropicales o megatérmicas, son originarias de África y a menudo se las conoce como especies de tipo Carbono 4 (C4). Fisiológicamente, las especies C4 son más eficientes en la captación de CO<sub>2</sub> cuando la concentración de este compuesto es baja, condición que se presenta con temperatura e intensidad de luz altas (Sage, 2004 citado por Stritzler, 2008). Además, estas especies tienen mayor resistencia estomálica a la pérdida de agua (Wentworth, 1983 citado por Stritzler, 2008). Como consecuencia, en ambientes semiáridos las especies C4 son muy eficientes en el uso del agua y del nitrógeno (Ehleringer et al., 1997 citado por Stritzler, 2008). Así, la fotosíntesis en plantas C4 puede ocurrir bajo condiciones de estrés térmico e hídrico, cuando la fotosíntesis en especies de tipo Carbono 3 (C3) estaría limitada.

Debido a estas características, las especies megatérmicas se utilizan ampliamente como recurso forrajero en regiones del norte de la Argentina, ubicadas por encima de la isoterma de los 21 °C (regiones de Santiago del Estero, Chaco, Formosa, Catamarca, entre otras provincias). Estas especies (*Chloris gayana*, *Panicum coloratum*, *Digitaria eriantha*, *Brachiaria brizantha*, entre otras) se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad en su producción, lo que determina un exceso de forraje en el período estival y un déficit en invierno (Pueyo & Chaparro, 2006).

Para la región de la pampa arenosa, las especies megatérmicas cultivadas más evaluadas y mejor adaptadas son: *Panicum coloratum* ("mijo perenne") y *Chloris gayana* ("Grama Rhodes"). El mijo perenne presenta dos variedades botánicas diferentes: *Panicum coloratum* L. var. *makarikariensis* ("pasto makarikari") y *Panicum coloratum* L. var. *coloratum* ("Klein verde"). El primero, tolera suelos deprimidos, con excesos de humedad, compartiendo los ambientes recomendados para las especies templadas: festuca alta, *Lotus tenuis* y trébol blanco y el segundo a zonas más frías y secas pero no anegadas. En general, en los experimentos del norte de la provincia de Buenos Aires donde el agua permanece pocos días el "Klein verde" se logra mejor y produce más que "pasto makarikari". Si el suelo se inunda puede ser este último la mejor alternativa dentro de las tropicales. Las dos variedades son moderadamente tolerantes a sales, aunque "pasto

makarikari" soporta levemente más a este factor abiótico (INTA. Proyecto Regional Ganadero, 2008). *Chloris gayana* ("Grama Rhodes") es una de las especies más tolerantes a la sequía y a la salinidad (Bogdan, 1969; Taleisnik et al., 1997). Dentro de esta especie, existen variedades diploides y tetraploides. Las variedades diploides son más subtropicales y por lo tanto más tolerantes al frío y se clasifican en tres "tipos": "Pioneer", "Katambora" y "Japonés". El "tipo Pioneer" es el más adecuado para implantarse en los suelos sódicos-alcalinos del norte de la provincia de Buenos Aires, sin embargo el "tipo Katambora" que es de hojas, tallos y estolones más finos son menos "matosos" y persisten sobre suelos menos fértiles (INTA. Proyecto Regional Ganadero, 2008). Las variedades tetraploides son más tropicales que las diploides, menos adaptadas a la salinidad y a su vez se clasifican en "tipos": "Gigantes" y del "este de África".

A continuación, se ofrecen pautas generales sobre implantación, producción, calidad, fertilización y utilización de especies forrajeras megatermicas para la región de la pampa arenosa, basadas en resultados de experiencias realizadas en el centro, norte y noroeste de la Provincia de Buenos Aires, conducidas en suelos sódicos (PSI: 20-30), de elevada reacción alcalina (pH: 8.5-9.3) y baja salinidad (CE: 0,2-2,5 dS m<sup>-1</sup>), entre los años 2007 y 2011. Si bien a la fecha no se cuenta con un cúmulo importante de información que permita conocer el comportamiento productivo de estas especies, su distribución estacional de la producción, su persistencia y la tolerancia a bajas temperaturas invernales, dado el estado actual del conocimiento, la información presentada en los párrafos siguientes resulta de relevancia para la toma de decisiones productivas.

### 4.2- IMPLANTACIÓN

La época de siembra favorable se encuentra entre mediados de octubre y principios de diciembre, cuando las temperaturas de suelo superan los 15 °C.

La densidad a sembrar dependerá de la calidad de la semilla, la cual es muy variable, por lo cual se recomienda realizar el análisis previo a la siembra. El objetivo es lograr un número de al menos entre 30 a 50 plantas por metro cuadrado, para ello, se recomienda sembrar un número de 250 a 300 semillas viables por metro cuadrado.

Las experiencias locales indican que la siembra debe realizarse en directa, previo control de la vegetación natural existente con herbicidas de acción total, cuando las especies naturales están en actividad. Cuando se elimina la cobertura vegetal

por laboreo, los suelos en posiciones deprimidas del relieve son susceptibles de sufrir procesos de acumulación de sales en superficie, por el ascenso capilar de agua freática con alta concentración de sales solubles. Además, el laboreo destruye la estructura y genera encostramiento superficial en los suelos sódicos. Estos encostramientos dificultan la emergencia de las plántulas y disminuyen la infiltración del agua de lluvia.

En cuanto a la distribución de la semilla, es muy difícil lograr uniformidad en la distribución de la semilla pura sin mezclarla con algún material inerte (sulfato de calcio, otras semillas sin poder germinativo) que ayude a que la masa de semillas no forme cárcavas en la sembradora y se produzcan atascamientos o no corra la semilla.

Otro factor que puede definir el éxito o fracaso de la implantación es la profundidad de siembra. Se recomienda que la misma sea superficial debido al tamaño pequeño de la semilla de todas las megatérmicas comúnmente usadas, siendo importante que esta esté en contacto con el suelo.

### 4.3- COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

Las experiencias llevadas a cabo en el centro y norte de la provincia de Buenos Aires, con materiales como *Panicum coloratum* ("Bambatsi" y "Klein verde") en Pergamino (Scheneiter et al., datos no publicados), *Chloris gayana* "Pioneer", "Top cut" y "Finecut" en 9 de julio (Carta & Richmond, datos no publicados) y "Pioneer" y "Finecut" en General Villegas (Bandera, datos no publicados), permiten sugerir que pueden disponerse de 4 o 5 aprovechamientos durante el ciclo de producción, con rendimientos que pueden variar entre 4.000 y 6.000 kg. de materia seca ha<sup>s</sup>, distribuidos entre diciembre y abril, dependiendo del tipo de suelo, condiciones climáticas (temperatura y principalmente precipitaciones) y fertilización nitrogenada.

### 4.4- FERTILIZACIÓN

En la implantación, es conveniente el empleo de fertilizantes nitrogenados para lograr un rápido establecimiento, ya que la gran mayoría de los suelos sódicos poseen bajos contenidos porcentuales de materia orgánica (0,8-1,4 %). Estos bajos contenidos de materia orgánica, se deben a la solubilización de la materia orgánica que migra hacia la superficie del suelo por ascenso capilar (perdida), por formación de complejos humus-sodio (humatos sódicos).

Por otro lado, una experiencia llevada a cabo en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, demostró que la fertilización nitrogenada con urea al inicio del ciclo de crecimiento, permitió incrementar significativamente la acumulación total de forraje de *Panicum coloratum* y *Chloris gayana*.

### 4.5- UTILIZACIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE

El momento de realizar el primer aprovechamiento debe ser en el otoño siguiente al año de siembra de la pastura, dejando un remanente de forraje que ayude a atenuar las bajas temperaturas invernales que se presentan en la región. Los aprovechamientos posteriores, deberán realizarse con adecuadas condiciones de "piso" (suelo firme) y dejando área foliar remanente, sobre todo en el último aprovechamiento de otoño, para entrar al invierno con una acumulación de biomasa que permita atenuar los efectos negativos de las bajas temperaturas invernales.

Para no perder la calidad del forraje, se recomienda evitar el retraso del aprovechamiento, ya que las altas tasas de crecimiento durante el periodo estival, deprimen rápidamente la calidad, al producirse abundante cantidad de hidratos de carbono estructurales debido al pasaje al estado reproductivo. Por otro lado, si se decide diferir el forraje acumulado en pie para la estación invernal, también disminuirá la calidad del forraje, más aun en "Gramma Rhodes".

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

La incorporación de especies megatérmicas perennes en suelos afectados por sales, no solo es una alternativa para contar con forraje disponible en los meses estivales, sino también, a partir de la generación de biomasa radical, contribuir a un mayor consumo de agua, mejorar la estructuración del suelo e incrementar el lavado de sales. Adicionalmente, tanto el desarrollo radical como la cobertura del suelo generada por la biomasa aérea, son estratégicos para la disminución del ascenso capilar de sales solubles hacia la superficie, aspecto clave en el manejo y recuperación de suelos afectados por sales.

## 6. AGRADECIMIENTOS

A Paula Fumagallo, Bibliotecaria de la EEA INTA "General Villegas". ■

## 7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Bogdan, A.V. 1969. Rhodes grass. Herbage abstracts, 39,1-13.
- FAO. Land and Plant Nutrition Management Services. 2000. Extent and Causes of Salt-affected Soils in Participating Countries. Disponible en: <http://www.fao.org/AG/aGL/agll/spush/topic2.htm>.
- Gupta R.K.; Abrol, I.P. 1990. Salt-affected soils: Their reclamation and management for crop production. Adv. Soil Sci. 131: 211-225.
- INTA. Proyecto Regional Ganadero. 2008. 10 puntos en pasturas: recomendaciones para implantar pasturas en suelos no agrícolas. General Villegas, Ediciones INTA. 4 p.
- Lavado, R.S.; Taboada, M.A. 1988. Water salt and sodium dynamics in a Natraquoll in Argentina. Catena 15: 577-594.
- Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, 1987. El agua y el suelo en el noroeste bonaerense. Boletín Técnico N° 1. Ministerio de Asuntos Agrarios, Buenos Aires.
- Pueyo, J.D.; Chaparro, C.J. 2006. Forrajeras cultivadas para ambientes subtropicales: Características generales y de manejo. El Colorado, INTA. Serie producción ganadera. 13 p.
- Salazar Lea Plaza, J.C.; Moscatelli, G. 1989. Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000. SAGyP - INTA, Buenos Aires. 527p.
- Shainberg, I.; Letey, J. 1984. Response of soils to sodic and saline conditions. Hilgardia 52: 1-57.
- So, H.B.; Alymore, A.G. 1993. How do sodic soils behave? The Effects of sodicity on soil physical behaviour. Soil Res. 31: 761-77.
- Stritzler, N.P. 2008. Producción y calidad nutritiva de especies forrajeras megatérmicas. 31° Congreso Argentino de Producción Animal [Potrero de los Funes, San Luis, 15-17 de octubre de 2008] Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_megatermicas/101-calidad.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/101-calidad.pdf). Acceso: 7/2/2012.
- Sumner, M.E. 1993. Sodic soils: New Perspectives. Aust. J. Soil Res. 31: 683-750.
- Szabolcs, I. 1979. Review on Research of Salt Affected Soils. Natural Resources Research XV, UNESCO, Paris.
- Szabolcs, I. 1994. Prospects of salinity for the 21st century. En: 15th world congress of soil science. The international society of soil science and the mexican society of science, pp. 123-142.
- Taboada, M.A.; Damiano, F.; Lavado, R.S. 2003. Inundaciones en la región pampeana. Consecuencias sobre los suelos. Disponible en: [http://www.agro.uba.ar/carreras/agronomia/materias/taller\\_II/taboada\\_damiano.pdf](http://www.agro.uba.ar/carreras/agronomia/materias/taller_II/taboada_damiano.pdf).
- Taboada, M.A.; Lavado, R.S. (Ed.) 2009. Alteraciones de la fertilidad de los suelos. El halomorfismo, la acidez, el hidromorfismo y las inundaciones. FAUBA, Buenos Aires. 160 p.
- Taleisnik, E.; Peyrano, G.; Arias, C. 1997. Response of Chloris gayana cultivars to salinity. 1. Germination and early vegetative growth. Tropical Grasslands 31: 232-240.
- USDA. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural Handbook No. 60. USDA, Washington.
- USDA. Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy: A basic system for making in interpreting soil surveys. Agr Handbook 436. SCS-USDA, Washington.
- Viglizzo, E.F.; Lértora, F.; Pordomingo, A.J.; Bernados, J.N.; Roberto, Z.N.; Del Valle, H. 2001. Ecological lesson and applications from one century of low external- input farming in the pampas of Argentina. Agric. Ecosyst. Environ. 83: 66-81.
- Zamolinski, A.F. 2001. Experiencias en recuperación de suelos salinizados. Publicación Técnica N° 31. INTA, General Villegas. 16 p.