



Manejo del agua superficial

IMPLEMENTACIÓN DE RETENCIONES HÍDRICAS EN BENEFICIO DE LA GANADERÍA Y LA BIODIVERSIDAD



Hacia una Ganadería Sustentable de Pastizal

Los pastizales argentinos, cuna de nuestra ganadería gauchesca, se destacan por ofrecer importantes recursos naturales y auspiciar el desarrollo económico basado en la actividad agropecuaria. No obstante, cuentan con uno de los niveles más bajos de protección ya que a nivel mundial están protegidos en el 4,6% de su superficie, en la Argentina el porcentaje de áreas protegidas de pastizal apenas supera el 1%. Por otra parte la fauna silvestre muestra claramente el grado de deterioro de los pastizales, pues una de cada cinco especies de aves pampeanas está amenazada y varias especies emblemáticas como el venado de las pampas y el aguará-guazú se encuentran al borde de la extinción.

En este escenario, el productor ganadero es un actor clave para la sostenibilidad de la fauna y flora nativa. Mejorar la productividad de los sistemas ganaderos basados en pastizales con prácticas como las que encontrará en este manual, representa un aporte directo al capital natural de cada región.

El estado argentino, en conjunto con diversas organizaciones intentan desarrollar propuestas de manejo que redunden en sistemas ganaderos eficientes y rentables que, al mismo tiempo, conserven la biodiversidad y los servicios ambientales que brindan los pastizales naturales. Este material de lectura provee de información clave para facilitar la puesta en marcha de algunas prácticas que mejoran la sustentabilidad del pastizal. Esperamos le sea de utilidad y agradecemos su compromiso por producir y conservar nuestra naturaleza.

Autores: Fernando Aiello y Gustavo D. Marino

PARA MAYOR INFORMACIÓN www.ipcva.com.ar
www.avesargentinas.org.ar/pastizales
www.ganaderiadepastizal.org.ar



INDICE

Enriquecimiento
Forrajero y Fertilización
de Pastizales Naturales.

Manejo del Agua Superficial

IMPLEMENTACIÓN DE RETENCIONES HÍDRICAS
EN BENEFICIO DE LA GANADERÍA Y LA BIODIVERSIDAD

Ing. Agr. Fernando Aiello
Dr. Cs. Agrop. Gustavo D. Marino
Coordinador Programa Pastizales. Aves Argentinas-AOP

Diseño Gráfico: Estudio Rojo

Ilustraciones: Fernando Aiello, Martín Castro y Andrés Romero Jones

Fotografías: Fernando Aiello y Florencia Morales

Foto de tapa: bovinos y aves nativas utilizan el hábitat generado por una retención hídrica con bordos y fusible en la "Estancia El Estero", norte de la Provincia de Santa Fe. Foto: Fernando Aiello

Aiello, Fernando
Manejo Del Agua Superficial : implementación de retenciones hídricas en beneficio de la ganadería y la biodiversidad. / Fernando Aiello y Gustavo D. Marino. - 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Aves Argentinas Aop, 2015
33 p. : il. ; 19 x 26cm
ISBN 978-987-45316-2-9
1. Desarrollo Regional 2.Pastizales 3.Industria de la Carne. I. Marino Gustavo D. II. Título CDD 333.74
Fecha de catalogación: 07/04/2015

El acuerdo de los actores de la cadena cárnica argentina ha dado lugar a la creación del IPCVA, ente de derecho público no estatal (creado por ley 25.507, promulgada el 11 de Diciembre de 2001). El IPCVA se orienta a mejorar y consolidar la imagen de los productos cárnicos argentinos, aprovechando la historia y tradición del país en la materia y el prestigio ganado en los mercados internacionales. En este sentido, el manejo sectorial del IPCVA (producción, industria y Estado), la transparencia en el destino de los fondos aportados y el profesionalismo de sus recursos humanos, constituyen los valores centrales que persigue la organización de cara a los desafíos de su misión.



IPCVA - INSTITUTO DE PROMOCIÓN DE CARNE VACUNA ARGENTINA
Esmeralda 130, Piso 22 (C1035ABD) - Buenos Aires, Argentina
Tel.: (54-11) 4328-8152/3
info@ipcva.com.ar / www.ipcva.com.ar

Aves Argentinas es una entidad civil sin fines de lucro que trabaja para revalorizar el vínculo de las personas con su entorno natural, brindando un espacio para los amantes de la naturaleza. Desarrolla proyectos que incluyen campañas de información, cursos, congresos, safaris y edita revistas y otro tipo de materiales de divulgación. Desde 1916 Aves Argentinas trabaja para la conservación de las aves silvestres y sus ambientes. A través de actividades de difusión, educación, gestión e investigación, Aves Argentinas intenta generar una mayor conciencia en la sociedad acerca de la importancia de conservar la biodiversidad y en particular las aves, ya que, como indicadores del estado de salud del ambiente, pueden ayudarnos a mejorar nuestra calidad de vida.



AVES ARGENTINAS – ASOCIACIÓN ORNITOLÓGICA DEL PLATA
Matheu 1246/8 (C1249AAB) - Buenos Aires, Argentina
Tel.: (011) 4943-7216 al 19
info@avesargentinas.org.ar / www.avesargentinas.org.ar
www.pastizalesdelconosur.org / www.ganaderiadepastizal.org.ar

■ 1. ¿Cuál es el objeto de gestionar los excedentes hídricos, desde el punto de vista productivo y ambiental?_____	5
Marcos y fundamentos _____	5
Pastizales de clima húmedo _____	5
Inundaciones y sequías: aceptarlas y entenderlas para manejarlas_____	8
a) Romper con el paradigma de sacar agua de los campos_____	8
b) Aspectos ambientales y productivos que se mejoran_____	8
Hydroecología del pastizal_____	9
■ 2. El suelo en condiciones de inundación_____	13
Dinámica de la materia orgánica, el PH y los principales nutrientes _____	13
Efectos de la materia orgánica sobre la reducción_____	14
Suelos saturados_____	14
Consecuencias de la anaerobiosis y el encharcamiento sobre la fertilidad química_____	14
Consecuencias de la anaerobiosis y el encharcamiento sobre la fertilidad física_____	16
Materia orgánica _____	16
Suelos halomórficos en inundación_____	17
Riesgos de erosión asociados a la escorrentía superficial _____	18
Porosidad y manejo ganadero_____	19
■ 3. Altura del pelo de agua objetivo y diferentes efectos sobre la vegetación y el uso de la fauna como hábitat _____	20
Objetivos productivos manejo propuesta de manejo para alcanzar los objetivos productivos _____	20
Retención de un pelo de agua objetivo_____	20
Implementación de los bordos _____	21
Como identificar los puntos de igual altura o curvas de nivel_____	22
Aspectos claves para la implementación de los bordos _____	23
Diseños _____	25
Aumento de la productividad primaria en calidad y cantidad _____	26
Manejo del pastoreo: altura del pastizal inundable _____	28
■ 4. Objetivos ambientales _____	30
Promoción de pastizales húmedos _____	30
Especies de fauna característica de pastizales inundables grados de amenaza _____	30
● Bibliografía _____	32

Las Pampas o pastizales naturales del Cono Sur de Sudamérica cubren un área original aproximada de 100 millones de hectáreas entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay y gozan en la mayor parte de la superficie de un clima relativamente húmedo.

El agua es un recurso fundamental para la producción basada en pastizales y también lo es para la biodiversidad asociada al pastizal. Durante las últimas décadas, sin embargo, se han registrado de manera creciente eventos extremos (particularmente sequías), lo que sumado al aumento general de la carga animal (y la consecuente disminución de los sistemas radiculares de las pasturas), contribuyen a que el agua que infiltra en los suelos sea menor.

La captación y utilización de los excedentes hídricos se torna un aspecto absolutamente trascendental en la producción agropecuaria del presente y los sistemas productivos están llamados además a mejorar su eficiencia en la provisión de servicios ecosistémicos compatibilizando producción con provisión hábitat para la biodiversidad. Este manual aporta herramientas sencillas pero de alto impacto para este cometido.

Biol. Nicolás Marchand Abal
COORDINADOR REGIONAL ALIANZA DEL PASTIZAL

■ Marcos y fundamentos

Este material pretende proveer a productores y técnicos que trabajan en pastizales de una serie de herramientas sencillas, pero de alto impacto a la hora de convivir con un escenario cambiante, no solo adaptándonos al cambio sino convirtiendo esta situación en promotora de mejoras productivas y ambientales.

Los sistemas productivos están llamados a proveer de la mejor manera los servicios ambientales. Sin dudas existen tecnologías amigables con la producción y promotoras de aspectos claves para un futuro donde todos alberguemos en un mismo espacio la producción y el hábitat para la biodiversidad.

■ Pastizales de clima húmedo

Los pastizales de la región pampeana, y peripampeana, gozan en gran parte de su superficie de un clima húmedo, con pluviometrías superiores a los 1000 mm/año. Esta situación es sumamente particular ya que bajo similares condiciones en otras partes del mundo suelen desarrollarse bosques o selvas, y los pastizales se ubican en áreas subhúmedas o semiáridas. Podemos decir que una parte importante de los pastizales del NEA poseen una dotación de recuso hídrico poco frecuente para este tipo de paisajes. Esto nos pone frente a pastizales de una muy alta productividad, ubicándolos en una posición estratégica para la ganadería nacional.

Luego de una adecuada provisión de dióxido de carbono y radiación fotosintéticamente activa, el siguiente insumo fundamental para el crecimiento vegetal (y el forrajero en particular) consiste en la disponibilidad de agua.

En los años recientes, dos factores han disminuido el ingreso de agua al suelo en campos ganaderos del nordeste argentino: el aumento de la carga ganadera (kilogramos/ha) producto indirecto de la ampliación de la frontera agrícola, y el ciclo de sequías estacionales, algunas verdaderamente históricas, siendo las más importantes en los últimos 50 a 80 años).

El aumento de la carga sobre el pastizal natural no ejerce un efecto homogéneo sobre el suelo, dada la selectividad que realizan los herbívoros domésticos y su hábito gregario.

Los animales eligen lo que consumen a distintos niveles

1 . ¿CUÁL ES EL OBJETO DE GESTIONAR LOS EXCEDENTES HÍDRICOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA PRODUCTIVO Y AMBIENTAL?

- Partes de la planta: cuando todas las plantas son iguales, empiezan por las partes más tiernas y nutritivas (hojas nuevas) y luego avanzan hasta las partes menos palatables si son obligadas (tallos)
- Especie de pasto: las mas nutritivas y palatables antes que las más duras y de mal sabor. En campo, suelen comenzar por las leguminosas y gramíneas con mayor relación hoja tallo, y luego avanzan por otras especies más rústicas, hasta consumir malezas y en algunos casos extremos, plantas tóxicas
- Competencia por el alimento: los animales que consumen un pastizal, cuando están en condiciones extensivas afirman sus comportamientos de manada, teniendo un orden jerárquico para alimentarse. A medida que se incrementa la competencia - mayor carga ganadera por unidad de superficie - se modifican estos comportamientos, y todos los animales consumen en forma intensa el forraje ofrecido, disminuyendo incluso la selectividad entre partes de plantas y especies, que sí es claramente realizada bajo condiciones extensivas.
- Distancia al agua y otros factores nutricionales: a mayor distancia, se afecta el nivel de selectividad que realiza en animal. A medida que aumenta la distancia entre la fuente de agua y el forraje de calidad, disminuyen las posibilidades de que el animal lo consuma en el momento adecuado. Todo ello hace que la selectividad animal responda a un gradiente como el que sigue, dada la heterogeneidad de pastos que integran un pastizal natural:



Por esta razón, y en forma diferencial los animales han ido compactando cada vez más la superficie ocupada por los mejores pastizales, que han sido sistemáticamente más visitados. La compactación incide en forma negativa con la infiltración del

agua en el suelo dado que disminuye su porosidad estructural. Se define a la porosidad estructural como «el conjunto formado por las grietas entre elementos de la estructura, los volúmenes libres resultantes de la repartición en el espacio de los terrones y la tierra fina y los tubos y cuevas de origen biológico y pedológico. Este tipo de porosidad es la más modificable con el manejo de la carga ganadera.

Dicha pérdida redundará en un menor aprovechamiento efectivo de las lluvias, y aumento de la escorrentía superficial que además de disminuir la eficiencia de transformación del agua en forraje, aumenta los riesgos de erosión hídrica de los suelos.

Ecuación 1

$$\text{Precipitación} - \text{Evaporación} - \text{Escorrentía} = \text{Infiltración} + \text{Percolación profunda}$$

Es indudable que el agua dulce se está volviendo un recurso escaso y profundamente trascendental para los sistemas productivos. De allí que el agua de lluvia viene incrementando su valor a medida que pasa el tiempo. La demanda de agua dulce se duplica cada veinte años, a un ritmo que duplica el crecimiento de la población mundial. Sin embargo, debido a los cambios en el uso del suelo, la capacidad de captación y transformación del agua se reduce de manera alarmante.

Tomando en cuenta la Ecuación 1, y conociendo aproximadamente la capacidad de infiltración de los suelos ganaderos, podemos estimar la escorrentía superficial. Cuanto más baja se mantenga la escorrentía (y mayor sea la infiltración), mejorará la posibilidad de producción de forraje.

Mejorar la tasa de infiltración, mediante prácticas de campo, es producto de la presencia de raíces activas durante todo el año y la materia orgánica ubicada superficialmente (mulch) que mejora las chances de ingreso del agua al suelo, a medida que aumenta el tiempo de la lluvia, o la pluviometría. Bajo esta situación se promueve una mayor actividad de los organismos del suelo (escarabajos, lombrices, bacterias, hongos) los cuales generan a su vez mayor porosidad efectiva, como así también una estructura más estable del suelo. Muchos de las especies comúnmente consumidas por los animales, reemplazan un 50% de sus raíces de un año al

1 . ¿CUÁL ES EL OBJETO DE GESTIONAR LOS EXCEDENTES HÍDRICOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA PRODUCTIVO Y AMBIENTAL?

siguiente. Luego de cada pastoreo mueren algunas raíces las cuales al descomponerse dejan abierto bioporos, con características ideales para retener y mejorar el movimiento del agua en la zona explorada por las raíces.

Dicho de otra forma, ante una lluvia de 100 milímetros/hora, y bajo una misma demanda ambiental (evapotranspiración), los escenarios ante distintas tasas de infiltración serán diferentes

Por tanto, en los campos ganaderos, existen dos maneras fundamentales de mejorar la infiltración:

- Aumentar la exploración radicular de las plantas y el aporte de materia orgánica al suelo (mediante descansos estratégicos, y acumulación de broza),
- Aumento del tiempo de infiltración mediante pequeñas obras planificadas

■ Inundaciones y sequías: aceptarlas y entenderlas para manejarlas

■ a) Romper con el paradigma de sacar agua de los campos
Históricamente se han sucedido períodos de excesos y déficits hídricos. La variabilidad climática ha sido una constante en los ciclos productivos, y en general se han realizado mayormente obras de infraestructura en respuesta a ciclos húmedos largos, con la confección de infraestructuras dedicadas a evacuar el agua de lluvia de las áreas productivas. Luego dichas obras profundizan las crisis en períodos secos. Por ello es vital asumir tanto la variabilidad climática, como la planificación de obras que permitan disminuir las fragilidades del sistema ante los cambios.

■ b) Aspectos ambientales y productivos que se mejoran
La práctica de pequeñas retenciones hídricas ha sido utilizada por diferentes culturas con fines de potenciación de la producción, como así también para recomponer adecuadamente algunas características productivas perdidas por un uso prolongado del recurso sin descansos adecuados (restauración de la capacidad productiva).

La gestión del agua en los predios productivos, comienza a tomar mayor preponderancia de cara a los eventos climáticos variables, que erigen un escenario donde los sistemas productivos deben dotarse de la mejor manera posible con herramientas que disminuyan los riesgos y maximicen los beneficios ante condiciones ambientales extremas.

"La práctica de inundación controlada conlleva beneficios para la fertilidad y fitosanidad en suelos agrícolas, además de inducir cohesión social multi-comunitaria dada la necesidad de controlar importantes volúmenes de agua e infraestructura hidráulica. Esta técnica tiene como denominador común el almacenamiento de humedad en el perfil del suelo durante tiempo variable (días o meses) para después cultivar especies agrícolas que van desde cereales hasta hortalizas. Es destacable que permite el manejo de los territorios inundados como potencial para crear nichos ecológicos de aves migratorias, peces y anfibios, coadyuvando la conservación de biodiversidad; asimismo, el manejo de volúmenes importantes de agua y territorio para inundación, harían necesario, el conocimiento local, coordinación y cohesión social multi-comunitaria para llevarla a cabo con éxito." (51° Congreso Internacional de Americanistas - Inundación Controlada: beneficios agrícolas, ecológicos y sociales; 2003)

■ Hidroecología del Pastizal

La hidroecología hace referencia a la ciencia que estudia las relaciones entre la hidrología (ciencias del agua) y ecología (ciencias del ambiente), por el cual se reconocen los factores que vinculan a los organismos que viven y se desarrollan en medios acuáticos y/o anfibios. Dentro de esta situación se encuentran muchos pastizales de las zonas húmedas de nuestro país, particularmente algunos de los más productivos en calidad y cantidad, como se los bañados o canutillares.

Los pastizales de llanura, el tipo de ambiente más característico en el que se pueden implementar con éxito las obras de retención hídrica, poseen un conjunto de características propias que es recomendable analizar adecuadamente para comprender el impacto de la propuesta.

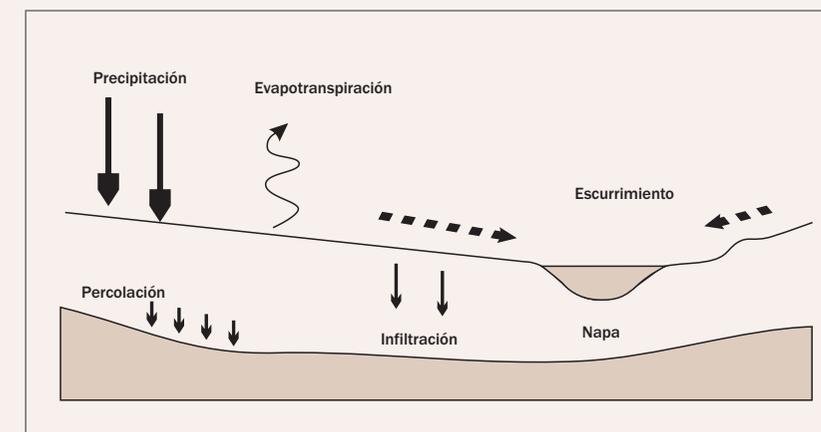
Las cuencas de llanura, como consecuencia de sus características

geomorfológicas, presentan particularidades hidrológicas que les dan rasgos distintivos, y a la vez plantean una evaluación compleja a través de los métodos de la hidrología clásica.

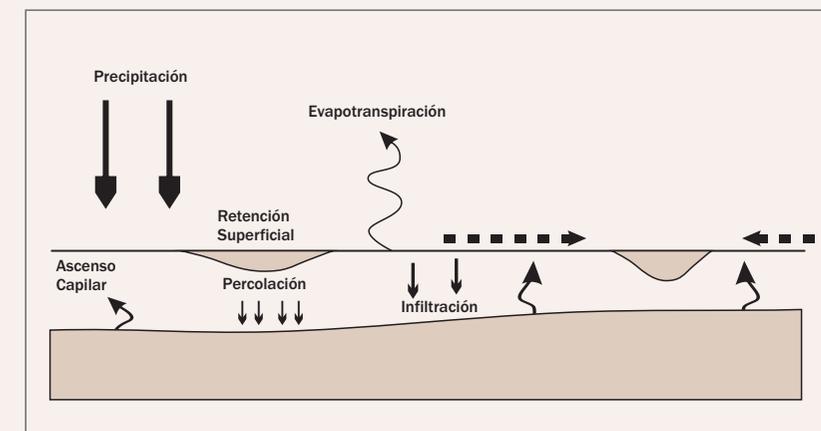
■ La escasa pendiente de las cuencas de llanura solo permite que se desarrollen diferencias de presión en el agua a nivel de napas, sean estas subsuperficiales o superficiales, extremadamente sutiles. Como resultado, el flujo horizontal del agua en el suelo es muy lento. El agua que se infiltra en el terreno tiende a ser incapaz de escurrir horizontalmente, acumulándose hasta alcanzar un equilibrio entre la infiltración, la evaporación y la transpiración de las plantas. El movimiento del agua en el suelo es por lo tanto en sentido principalmente vertical, entre el suelo y la atmósfera inmediatamente superior. (Fuschini Mejía, 1994).

■ Las propiedades del suelo en seco, que no tiene todos sus poros ocupados por agua, son determinantes en la conformación de dicho equilibrio. Estas no solo controlan la capacidad de infiltración durante un evento de precipitación, sino también la tasa con que el agua evapotranspirada desde las capas superiores del suelo puede ser repuesta por succión desde la napa freática, lo que determina la magnitud de la evapotranspiración real que puede producirse en condiciones de humedad del suelo relativamente baja. Dado que el balance es vertical, la evapotranspiración es un mecanismo fundamental en la evolución del nivel freático. Por su influencia sobre la misma, cobra mucha importancia la existencia y características de la cobertura vegetal, capaz de extraer a través de sus raíces agua del suelo desde una profundidad en general mayor a la que es capaz de alcanzar la evaporación directa. De esta manera, la evapotranspiración puede producirse a tasa cercana a la potencial aún en condiciones en que no existe humedad suficiente en la capa más inmediatamente superior del suelo. La existencia de vegetación aumenta así la extracción de agua desde la zona no saturada. De esta forma, en cuencas extremadamente planas, los agroecosistemas pueden influir significativamente en la evolución de los niveles freáticos (Nirjhar Shah, 2007; Leduc et al., 2001; Zhang y Schilling, 2006).

■ Si bien los procesos dominantes son, en general, la evaporación y la infiltración, cuando el nivel freático alcanza niveles cercanos a los del terreno, la capacidad de infiltrar se reduce enormemente, por lo que pueden aparecer grandes excedentes superficiales en ocasión de precipitaciones incluso moderadas. Como resultado es difícil establecer relaciones simples entre la precipitación y el escurrimiento para cuencas de llanura (Sallies, 1999). Una vez que se producen excedentes superficiales, incluso la misma dirección del escurrimiento es incierta. En cuencas de muy baja pendiente, las cuencas y subcuencas son difíciles de determinar a partir de relevamientos topográficos, y sus límites no son nítidos.



A_ Sistema Hidrológico Típico



B_ Sistema Hidrológico NO Típico

Imagen1: Comparación de sistemas hidrológicos Típicos y No Típicos (adaptada de Sallies, 1999)

2 . EL SUELO EN CONDICIONES DE INUNDACIÓN

Manejo de
Excedentes
Hídricos

En épocas de inundaciones, especialmente cuando llegan a acumularse grandes volúmenes de agua en ciertas zonas, la misma puede desbordar por sobre las divisorias de aguas poco definidas, produciéndose alternadamente trasvases en una dirección o en otra entre subcuencas próximas (Giraut, 2006). De hecho, el concepto mismo de cuenca, tradicionalmente definida en hidrología como la extensión de tierra cuyos excedentes hídricos drenan siempre por un determinado punto (Chow, 1994), es solo parcialmente aplicable en terrenos de esta naturaleza; dependiendo de la condición imperante, los excedentes que se producen en determinada zona pueden tener destinos distintos.

Por todo esto, los sistemas con estas características se denominan en ocasiones “Sistemas Hidrológicos No Típicos” (Fertonani y Prendes, 1983; Giraut, 2006; Sallies, 1999) o bien “Regiones Hídricas Superficiales”. Ferreiro (1983) define: “Una región hídrica es un territorio geográfico caracterizado por un tipo de escurrimiento hídrico superficial homogéneo a través del cual es impracticable la delimitación de cuencas o subcuencas hídricas superficiales a la escala de trabajo encarado”. El término *cuenca*, no obstante, se sigue utilizando en la práctica, sobre todo para referirse a las regiones hídricas extensas delimitadas por divisorias más marcadas.

Dado el alto impacto de la retención y el escurrimiento, la delimitación de pequeñas obras planificadas (bordos) permite modificar substancialmente el perfil hidrológico de una zona de pastizales, mejorando ostensiblemente tanto la infiltración del agua, como así también la condición de las napas. Es viable y deseable considerar el impacto de estas obras sobre la elevación de la napa y el aporte hídrico que genera para los pastizales por su ascenso capilar, como un efecto de riego subsuperficial.

■ Dinámica de la Materia Orgánica, el PH y los principales Nutrientes

Los suelos hidromórficos son aquellos que están estacionalmente saturados o encharcados, bajo condiciones de anaerobiosis. Son suelos que están saturados con agua y químicamente reducidos por al menos una parte del año, la mayoría de los años. Estas reacciones pueden alterar el color, contenidos de materia orgánica, y las cantidades de O_2 , NO_3 , Mn, Fe, SO_4 o CO_2 en el agua o solución del suelo. Estas reacciones son de naturaleza principalmente bioquímica, iniciadas principalmente por bacterias.

Las reacciones de óxido-reducción transfieren electrones (e^-) desde una sustancia (específicamente un elemento) a otra. La reducción tiene lugar cuando se adicionan electrones a un elemento y su estado de valencia disminuye.

La materia orgánica es la fuente de la mayor parte de los electrones usados en las reacciones óxido-reducción que tienen lugar en los suelos. La descomposición de la materia orgánica es un tipo de oxidación que produce electrones por respiración bacteriana. Mientras haya oxígeno en el suelo, los electrones serán captados por el mismo para reducir el O_2 y formar moléculas de agua. Cuando virtualmente todo el O_2 de la atmósfera del suelo y el disuelto en el agua se hubo reducido, el suelo pasa a ser anaeróbico.

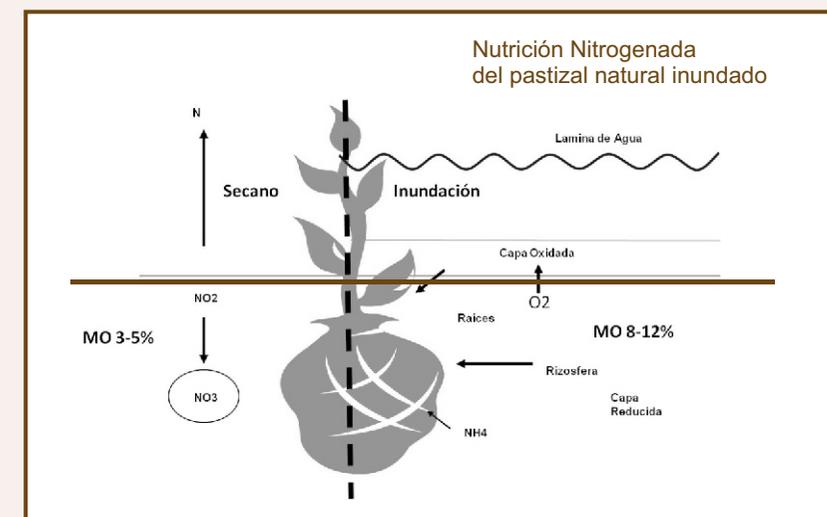


Imagen 2
Nutrición nitrogenada de
pastizal natural inundado
Imagen: Ing. R. Vicino

La reducción es más probable cuando el agua es retenida el tiempo necesario para que los microbios acaben con el O₂ disuelto.

■ **Efectos de la Materia Orgánica sobre la reducción**

La broza vegetal y los compuestos orgánicos disueltos son las mayores clases de materia orgánica importantes para las reacciones de reducción consideradas. Cuando el tejido descomponible se presenta como fragmentos (fuentes puntuales), las bacterias son más activas en micrositos o "puntos calientes" dentro o alrededor del fragmento.

■ **Suelos saturados**

La saturación puede definirse tanto como un nivel de presión ejercido por el agua o como un contenido hídrico. Cuando la presión del agua es mayor que la presión atmosférica, el agua fluirá desde el suelo hacia pozos excavados en horizontes que están saturados. La definición basada en el contenido hídrico establece que el proceso de saturación tiene lugar cuando todos los poros de un horizonte están llenos de agua, excepto aquellos que tienen aire entrampado. La reducción tiene lugar donde quiera que la actividad biológica no pueda remover rápidamente el O₂ disuelto en el agua. Los indicadores morfológicos de reducción son producidos por reacciones que involucran cuatro elementos: O, Mn, Fe y S.

■ **Consecuencia de la anaerobiosis y el encharcamiento sobre la Fertilidad Química**

Cuando un suelo se inunda, casi todo el espacio poroso es ocupado por agua. El suelo pasa a una condición de anaerobiosis o ausencia de oxígeno donde prevalecen procesos de reducción química. Los electrones de la Materia Orgánica en descomposición son aceptados por otros compuestos que reemplazan al oxígeno (que es el principal aceptor de electrones en sistemas aeróbicos). Los nitratos (NO₃⁻) se reducen a formas de nitrógeno molecular (n₂) y óxido nitroso (N₂O) en un proceso conocido como desnitrificación. La concentración de nitratos disminuye rápidamente (dos o tres días) en la solución del suelo, lo cual limita las pérdidas de nitrógeno por esas vías. Por ello las pérdidas por desnitrificación sólo alcanzan magnitud importante en suelos que sufren ciclos alternados de anaerobiosis-anaerobiosis, donde los ciclos con oxígeno permiten las reacciones de nitrificación (formación de nitratos) a partir de

moléculas de amonio (NH₄⁺). El amonio es la forma mineral estable del nitrógeno en suelos inundables, disponible a su vez para ser absorbido por las plantas adaptadas a esta situación. La rápida desaparición de los nitratos luego de la inundación impide las mayores pérdidas de nitrógeno desde el suelo.

Por otro lado en los suelos existe abundancia de óxidos y sesquióxidos de hierro y manganeso. Estos cambios pueden traer beneficios en el caso de la disponibilidad de fósforo. Cuando el suelo se inunda se forman compuestos con hierro ferroso (Fe II) y manganeso reducido (Mn II). Las fracciones minerales de fósforo unidas al hierro y al manganeso reducido son mucho más solubles que cuando estos compuestos están en estado oxidado. En todo el mundo se suelen encontrar mayores contenidos de fósforo total y orgánico en los bajos sometidos a mayor grado de inundación.

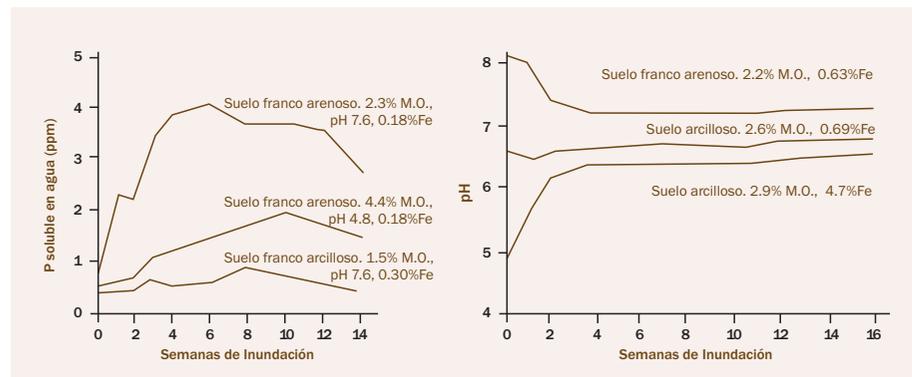


Gráfico 1
Efectos de Inundación en la disponibilidad de Fósforo y Modificación del PH - Adaptado de "Chemistry of Submerged Soils Advances in Agronomy, 1972"

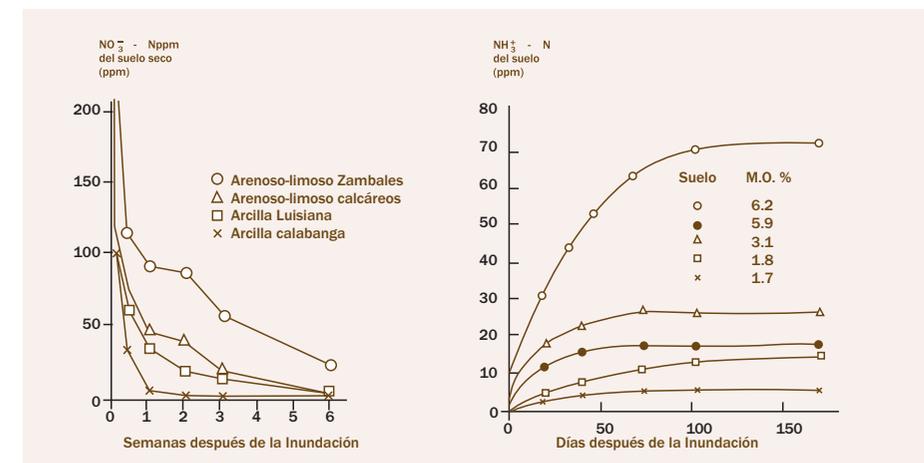


Gráfico 2
Cambios en el Nitrógeno; disminución de los nitratos y evolución del amonio en la solución del suelo. Adaptados de Química de los Suelos Inundados CIAT Colombia, Marzo 1981

■ Consecuencia de la anaerobiosis y el encharcamiento sobre la fertilidad física

Los cambios sobre las propiedades físicas de los suelos difieren fuertemente según la calidad del agua de la inundación. En los casos que el agua sea salina (ascensos de agua freática salina, o desbordes de cursos de agua salinos), las consecuencias son bastante conocidas. Los efectos están vinculados al exceso de sales y/o sodio intercambiable en los suelos. Ante la posibilidad de este tipo de riesgos, es prioritario gestionar la acumulación exclusiva de agua dulce proveniente de lluvia u otros orígenes superficiales.

Se ha analizado el impacto del pastoreo vacuno sobre las propiedades físicas de los suelos inundables. Este impacto interacciona con el causado por ciclos inundación-secado de suelos. Se halló que las variaciones de la porosidad y de la estabilidad estructural son esencialmente coincidentes (Taboada et al., 1993; Taboada et al., 1999). Los daños por pisoteo se producen cuando el suelo está moderadamente húmedo a seco y la recuperación de ese daño tiene lugar con el suelo inundado. Contra lo que usualmente se supone, no hubo daños estructurales por amasado del suelo o "poaching" cuando el suelo es pastoreado inundado y con cargas no muy elevadas (menos de una cabeza/ha/año promedio). Según el modelo, los descensos de estabilidad son causados por la destrucción de macroporos llenos de aire por las pezuñas de los animales cuando el suelo está seco. Esta destrucción genera agregados más pequeños, que causan descensos en estabilidad estructural. La recuperación de la estabilidad estructural comienza con el inicio del proceso de saturación y se completa luego del completado el proceso de inundación.

■ Materia orgánica

En los ambientes con condiciones de reducción temporal, la mineralización de la Materia orgánica ocurre a través de la vía anaeróbica. En esta condición la Materia orgánica tiende a acumularse (en comparación con suelos permanentemente aireados), razón por la cual suelen presentar porcentajes de MO superiores a los que corresponderían para los parámetros de mineralización local (latitud, temperaturas anuales, etc). La velocidad de descomposición disminuye con la saturación. Las distintas pérdidas de MO del suelo debidas al uso agropecuario pueden ser de esta forma disminuidas implementando medidas

para mantener el suelo en anaerobiosis por períodos cortos (dos o tres meses) o largos. Esta acumulación de MO influye positivamente en la fertilidad de los suelos.

Por otra parte, el proceso de descomposición anaeróbica de la MO implica la generación de gases como N_2 , N_2O , H_2 , H_2S , CH_4 , metamptanos y dimetil sulfuros (Ponnamperuma, 1972). Algunos de ellos asociados al "efecto invernadero", fundamentalmente el CH_4 . Sin embargo, el metano regularmente se genera en ambientes con largos períodos de anaerobiosis donde los potenciales redox creados son menores 0,2 Eh. Para un suelo con pH mayor a 5 y Materia Orgánica de alrededor del 3%, estos potenciales redox no se alcanzan aún después de 14 semanas de inundación (Ponnamperuma, 1976). La generación de metano se reduce si en el suelo se encuentran compuestos como nitratos, óxidos de Fe y de Mn, y sobre todo ante sulfatos. De esta forma se puede presuponer que las cantidades de metano liberadas en suelos que se inundan por períodos cortos no serán elevadas, aunque faltan datos más precisos al respecto.

■ Suelos halomórficos en inundación

En los suelos salinos, sódicos y salino-sódicos se presentan una serie de restricciones por las cuales se acota el crecimiento vegetal producto tanto del potencial con que se encuentra retenida en agua del suelo respecto de las raíces, como así también por la compactación fruto de la desestructuración de los agregados por efecto del sodio.

La falta de estructura impide el normal desarrollo radicular.

Al aumentar la presión osmótica disminuye el agua aprovechable por las raíces.

La capacidad de intercambio catiónico de los suelos, es un carácter que define su capacidad para retener y liberar iones de diferentes elementos, como por ejemplo algunos minerales que interactúan mejorando la fertilidad característica de un suelo. Dicha Capacidad (conocida agrónomicamente como C.I.C.) tiene una porción estable (CICp) y una porción variable (CICv). La CICv es dependiente de la materia orgánica del suelo y representan entre el 30% y 60% de la CIC, lo cual mejora a medida que acumulamos pulsos de inundación. El agua de lluvia actúa como agua-no salina óptima para el lavado de sales y disminución de la saturación en el horizonte de exploración radicular. Suele desmerecerse esta práctica para uso en suelos

agrícolas dado que desde el punto de vista de las especies cultivadas genera deficientes condiciones de aireación, y del punto de vista de las labores dificulta el acceso con equipos y herramientas específicas para agricultura.

Una posibilidad, cuando las napas salinas son las generadoras del problema, es la construcción de canales que drenen y bajen la profundidad de la napa a fin de que aumente la exploración radicular. Pero sería sumamente importante que sobre el límite de los canales se realicen bordos, los cuales "obliguen" al agua de lluvia a lavar el perfil de suelo. Dichos canales no deben capturar y eliminar el agua de escorrentía superficial, sin antes infiltrar a través del suelo, generando un mejoramiento del recurso edáfico a la vez que aumenta el uso del agua para la producción de forraje.

Una propuesta anexa consiste en acompañar estas prácticas con el enriquecimiento del pastizal mediante especies otoño-inverno-primaverales con raíces vigorosas y que soporten esta calidad de suelos, como Melilotus, Lotus, Agropiro, dado que cumplen un rol fundamental en el aumento y estructuración de canalículos que favorecen el escurrimiento en profundidad de los aniones y cationes indeseables, a la vez que aportan Materia Orgánica en el horizonte superficial.

■ Riesgos de erosión asociados a la escorrentía superficial

Los bordos de retención disminuyen el riesgo erosivo del agua, dado que cortan el desarrollo de la energía a lo largo de la pendiente, descomponiéndola (llevándola casi a cero) en cada bordo.

La gestión de los riesgos derivados de la energía erosiva desarrollada por el agua en escorrentía superficial deben ser abordados desde la perspectiva del uso de bordos o fajas, siempre empastadas que den nivel al pelo de agua máximo que pretendemos retener.

En este marco es necesario definir dos aspectos:

- **Altura máxima de pelo de agua**

- **Distancia mínima entre dos bordos sucesivos**

De estos dos aspectos se desprende que a mayor pendiente del terreno, menor será la distancia entre bordos para mantener una misma altura de pelo de agua. Por esto queremos aclarar que

apuntamos a la implementación de la técnica dentro de ambientes con relieves normales o sub-normales (con pendiente positiva y menor al 3%).

■ Porosidad y manejo ganadero

Algunos investigadores definen a la porosidad estructural como «el conjunto formado por las grietas entre elementos de la estructura, los volúmenes libres resultantes de la repartición en el espacio de los terrones y la tierra fina y los tubos y cuevas de origen biológico y pedológico». Este tipo de porosidad es la más modificable con el manejo antrópico (Pecorari et al., 1990). Las diferencias de porosidad total entre situaciones bajo pisoteo y tratamientos sin tránsito de animales deben atribuirse a las modificaciones ocurridas en la porosidad estructural (Fies et al. 1972).

Como resultado de la acción combinada del pisoteo y de la ausencia de vegetación, se ha constatado una disminución del 55,2 % en la estabilidad de los agregados al agua y del 46 % en la estabilidad de los agregados al alcohol, en relación a tratamientos no pisoteados con vegetación normal. Es sabido que las raíces de las plantas contribuyen a incrementar la estabilidad estructural (Braunack y Dexter, 1989; Oades, 1993) y que el contacto de la pezuña en movimiento con la superficie del suelo es capaz de provocar la destrucción de los agregados existentes, afectando negativamente a las fuerzas que mantienen la estabilidad (Mullen et al., 1974; Warren et al., 1986). Debe tenerse en cuenta, además, el efecto incremental de la reiteración del pisoteo sobre el parámetro edáfico en consideración. Así, en otro experimento, este mismo grupo de trabajo halló acción negativa del pisoteo bovino sobre la estabilidad de los agregados luego de tres a siete ocasiones de tránsito de los animales (Zerpa et al., 1997).

3 . ALTURA DEL PELO DE AGUA Y DIFERENTES EFECTOS SOBRE LA VEGETACIÓN Y EL USO DE LA FAUNA COMO HÁBITAT

Para lograr el objetivo de promoción de pastizales de calidad y el mejoramiento en las condiciones del recurso suelo, es recomendable promover pulsos de inundación cuya altura máxima de acumulación del pelo de agua, no supere los 40 centímetros.

Cuando en el predio no se cuenta con bordos de retención, las zonas de media loma se desarrollan principalmente con especies de secano, y ante situaciones de un desarrollo vegetal de baja cobertura, o pastoreos no regulados, se compromete la infiltración, aumentando esto los caudales de agua escurrida en detrimento de la infiltración, incluso antes lluvias de poca envergadura. En este marco, la confección de infraestructuras que regulen el escurrimiento superficial en la media loma, aumentaría significativamente la producción de forraje dado que la retención superficial aumenta las tasas de infiltración y posibilita mayores eficiencias de uso del agua para producción de forraje.

La existencia de pulsos de inundación promueve una mayor participación de pastos cortos y tiernos, que podrían no haber estado presentes antes de incorporar la práctica. La fauna de pastizales cortos y playas como el “Batitú” o el “Chorlo pampa” identifica rápidamente esta situación, y comienza a habitar los potreros bajo este tipo de manejos.

En caso de retener mayores tenores hídricos superficiales, la vegetación a desarrollarse tenderá a parecerse a la de bañados profundos, cuyas características no siempre son favorables para el buen desempeño de la ganadería.

■ PROPUESTA DE MANEJO PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS PRODUCTIVOS

■ Retención de un pelo agua objetivo

En función del mejoramiento en las condiciones edáficas, se crean además situaciones predisponentes para que aparezcan con mayor frecuencia y productividad los pastos de cañada, o gramillar húmedo. En general este tipo de comunidades se ven favorecidas por la presencia de un pelo de agua superficial no mayor a los 30 - 40 cm promedio. Tiene a su favor las altas producciones por hectárea de forraje con muy alta calidad. Al mismo tiempo tienen una alta dependencia del pelo de agua superficial, o en su defecto de suelos

en condiciones cercanas a la saturación con agua dulce. A medida que se alejan de esta condición, disminuye muy pronunciadamente la producción, hasta ser prácticamente nula, presentándose suelos semidesnudos cubiertos parcialmente por rizomas y estolones, en zona subsuperficial o superficial. Por esta razón, cuanto más amplifiquemos la ventana temporal del suelo con un pelo de agua superficial, tanto mayor será el impacto en la producción de forraje del predio.

■ Implementación de los Bordos

Como se dijo anteriormente, en los sistemas de llanura el agua excedente tiene tres destinos principales:

- Acumulación superficial (almacenamiento)
- Movimientos hacia otro punto de almacenamiento cuando el primero supera algún punto de mayor altura.
- Movimiento laminar (cuando todas las microcuencas están saturadas) en sentido de la pendiente dominante.

Si bien el movimiento ocurre en grandes volúmenes con poca energía, es necesario prever adecuadamente las condiciones constructivas a fin de lograr el efecto deseado, con los menores requerimientos para su manutención año a año. Es importante considerar la confección y mantenimiento de los mismos en contra estación al período de lluvias. Si en ese momento los bordos fallan, deberemos esperar varios meses hasta contar con las condiciones de piso necesario para volver a transitar con la maquinaria.

Es por esto que cobra mucho valor la adecuada planificación tanto del diseño e implementación inicial, como de los mantenimientos anuales que puedan ser necesarios. Tomando algunas pautas prácticas podremos mejorar las chances de lograr obras muy funcionales.

En primer lugar, es clave identificar las zonas de igual altura, dentro del área (potrero o potreros) a sistematizar. Esta labor puede desarrollarse con diferentes niveles de precisión dependiendo las posibilidades. Cuanto mayor sea la envergadura de la obra, más recomendable es la aplicación de herramientas técnicas precisas a la hora de tomar decisiones.

■ **Los puntos de igual altura pueden identificarse de diferentes maneras:**

- Relevamiento planialtimétrico del terreno (con herramientas digitales y/o teodolito)
- Visualización de los puntos en que quedan depositados los detritos (resaca) con posterioridad a las lluvias
- Límites entre comunidades vegetales que indican una modificación topográfica leve (por ejemplo entre vegetación de bajo y media loma)

En todos los casos, el objetivo es generar pelos de agua no mayores a 30-40 cm; es decir que debemos tomar esta diferencia de altura máxima entre bordos. El agua excedente tendrá que poder escurrir libremente, pero con la menor energía erosiva posible.



Gráfico 5
Uso de herramientas de precisión para delimitación de las curvas de nivel



Foto 1
Tractor demarcando curvas de nivel

Recordemos que la idea base es ampliar la zona con comportamiento de cañada, incluso elevando esta situación a posiciones topográficas más altas como es la media loma. Identificado en el terreno los puntos de igual altura, se deberá marcar con estacas (o registrar con GPS) las zonas por donde trazaremos el bordo.

■ Aspectos claves para la implementación de los bordos:

Origen del agua: es importante reconocer si el agua que intentaremos retener solo está vinculada a la lluvia caída, o si viene escurriendo de un área mayor. Los aportes externos, si bien son difíciles de calcular, deben ser tenidos en cuenta a fin de generar obras de mayor calidad en los puntos de entrada al sistema. Una vez cortada la energía erosiva del agua que llega desde fuera del predio, las demás infraestructuras pueden ser menores, dado que sólo cuentan con la energía desarrollada desde puntos conocidos, dentro del predio.

■ Comenzar desde arriba: tomando en consideración la pendiente general de la zona, se debe comenzar haciendo los bordos "aguas arriba" en primer término, y luego ir proyectando progresivamente los demás, aguas abajo, a fin de ir cortando la energía erosiva a medida que avanza por el predio. Es frecuente caer en la tentación de realizar pocos bordos de gran envergadura, ubicados al final de la pendiente. Estos suelen funcionar bien mientras las lluvias son de baja pluviometría. Pero luego de tormentas copiosas, estas obras suelen ceder, perdiéndose así todo el trabajo realizado.

■ Empastado inicial: en todos los casos se debe compactar la superficie de los bordos, y permitir un completo empastado inicial. Esto puede llevar desde una temporada de crecimiento (Primavera-Verano) a un año completo o más, dependiendo las características cualitativas del suelo, y el comportamiento climático del año de confección de la obra.

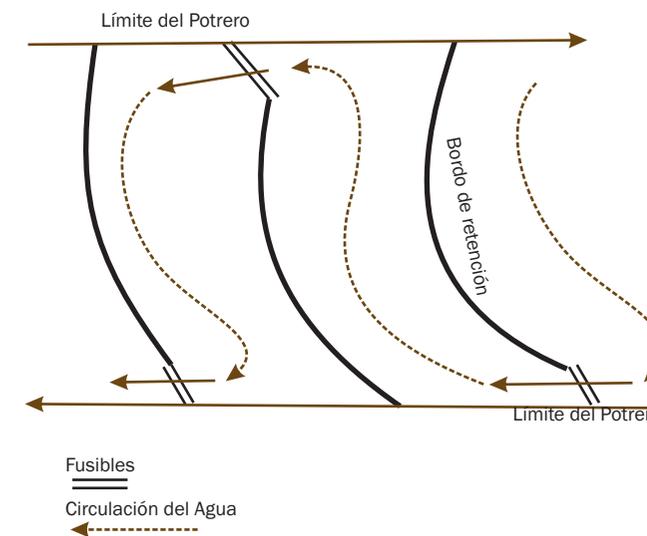
■ Tránsito de hacienda: dependiendo como afecten la logística de traslado de los animales dentro del predio o del potrero, debemos definir si permitiremos o no el tránsito de hacienda sobre los mismos.

Para más información puede consultar la cartilla "Manejo de agua superficial" del "Kit de extensión para las pampas y campos" (www.ganaderiadepastizal.org.ar)

- Para permitir que la hacienda utilice los mismos, deberemos hacer bordos anchos (no menores a tres metros) y con pendientes leves (15-20%) del lado "húmedo" del bordo. Además de ello deberemos compactar muy bien la tierra y esperar un empastado adecuado, a fin de poder asumir una transitabilidad suficiente. De todas maneras, se deberán realizar visitas de control y mantenimiento todos los años, durante la época de bajas precipitaciones, a fin de mantener la obra en condiciones adecuadas.
- Si se decide cerrar el paso de la hacienda a los bordos si bien deberán alcanzar una altura similar, podrán ser más angostos (un metro podría ser suficiente) lo que supone un menor movimiento de tierra y uso de combustibles, ya que al mantenerse empastado todo el año podrá soportar sin mayores inconvenientes el paso del agua.

Definir la salida del agua excedente: a los fines del diseño, debemos asumir que el bordo puede ver sobrepasada su capacidad de retención. Para que el agua excedente no dañe la obra es crucial que esta salida ocurra por lugares pensados a estos fines. Una posibilidad es que el agua desborde por todo el perímetro, en cuyo caso, la zona superior del mismo deberá estar debidamente consolidada y empastada para soportar la energía erosiva del agua. En este caso recomendamos que el bordo se mantenga permanentemente cerrado. Otra posibilidad es el diseño contemplando la confección de "fusibles". Ante esta decisión, todo el bordo tiene una altura mayor al pelo de agua que se pretende retener (por ejemplo, ochenta centímetros de altura). Luego, en una zona definida del mismo, se cierra en forma permanente parte del perímetro en cuyo interior el bordo solo guarda la altura de pelo de agua deseado (por ejemplo, cuarenta centímetros). Esa zona más baja, debe mantenerse permanentemente cerrada al tránsito animal, y bien empastada. De esa forma se concentra el riesgo de erosión en un punto del sistema diseñado a tal fin, todo lo cual reduce el peligro en el resto de la obra. Para facilitar el mantenimiento, los tres hilos de inferiores del alambrado que cierra el fusible, pueden ser de "alambre plástico" de alta resistencia, dado que todos los años estará parte del tiempo sumergido,

VISTA EN PLANTA DE BORDO Y FUSIBLE



CORTE LATERAL DE BORDO Y FUSIBLE

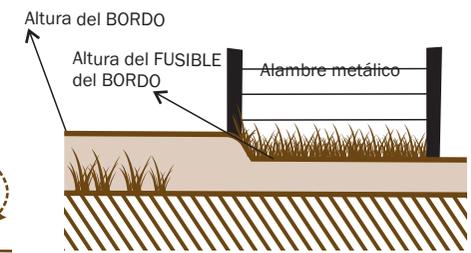


Gráfico 3
Diseño de Fusibles

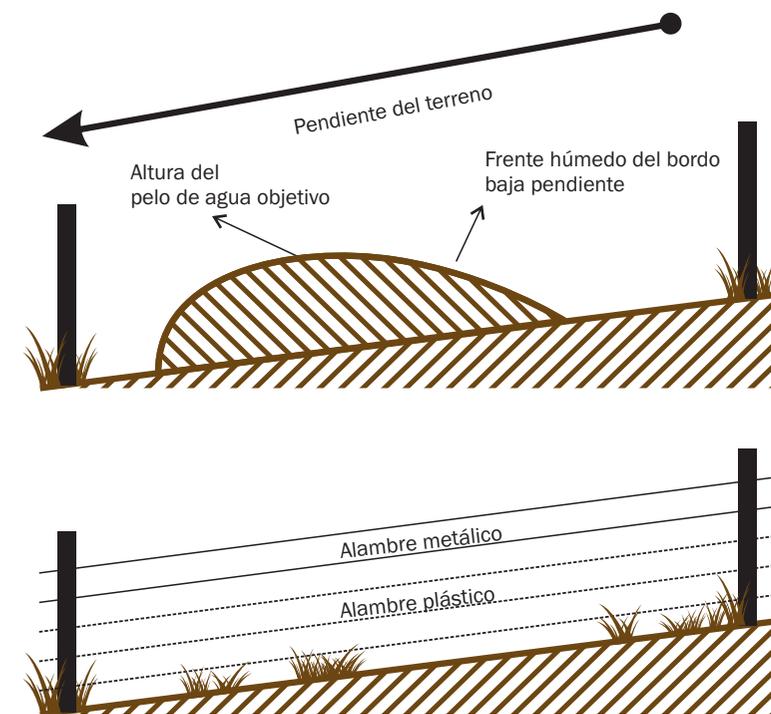


Gráfico 4
Diseño de Bordo
y uso de alambrado

disminuyendo notablemente la vida útil, pudiendo comprometer el funcionamiento de la obra.

Descarga que es recarga: si se diseña con el concepto de "fusibles", el agua excedente de un bordo puede ser descargada de forma que otro bordo sea beneficiado.

Acumulación de agua de bebida: en algunos puntos del sistema donde se define que podrán escurrir grandes volúmenes de agua, pueden ser utilizados para la generación de obras de acumulación para bebida del ganado. Represas o tajamares ubicados justo después de un "fusible", o al final de un bordo, pueden ayudarnos a sobrepasar períodos de escases hídrica habiendo acumulado agua de alta calidad.

Herramientas para su confección: se pueden utilizar herramientas variadas. Cuando se cuenta con arado de disco, palas niveladoras de arrastre u otros implementos similares, se deberá realizar el trayecto de ida y vuelta sobre la línea del bordo, volcando tierra sobre el mismo a fin de elevar su nivel hasta alcanzar la condición deseada. También pueden utilizarse herramientas más específicas, como los discos y rolos taiperos frecuentes en producción de arroz.

Compuertas: al igual que los fusibles, cuando los bordos tienen grandes dimensiones, en alguna parte del mismo se pueden incluir compuertas que ayuden a regular la altura de pelo de agua deseado. Se deben diseñar con una luz suficiente para permitir el paso de agua de manera franca ante grandes precipitaciones, dado que de lo contrario el líquido puede sobrepasar la altura de la obra y erosionar el bordo. Es sumamente recomendable asesorarse con expertos para alcanzar un diseño funcional y adecuado para el volumen de agua a gestionar.

AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN CALIDAD Y CANTIDAD

La acumulación de efectos asociados a la retención de agua superficial, devienen en un ventajas agregadas, que se pueden

Comunidad	KG Ms Aprovechable	Dig. Media	Prot Media	EV	Kg Carne Ha / Año	Actividad Posible	Categoría	U\$S/Ha
Pajonales y Espartillares sin manejo	700	50%	6	0.19	31	Cria	Ternero	66.90
Pajonales y Espartillares con retención hídrica	5700		15	1.58	253	Cria/ Recría/ Invernada	Novillo	466.94
Verdolagales/Katayzales	6600		15	1.83	293			540.67
Bañados - Canutillares	7700		15	2.14	342			630.78

Cuadro
Comparación de comunidades y productividad forrajera posible ante la implementación de retenciones hídricas planificadas.

De igual manera, el impacto de retener y mejorar la infiltración de agua en el mismo predio manifiesta claramente las mejoras productivas posibles.

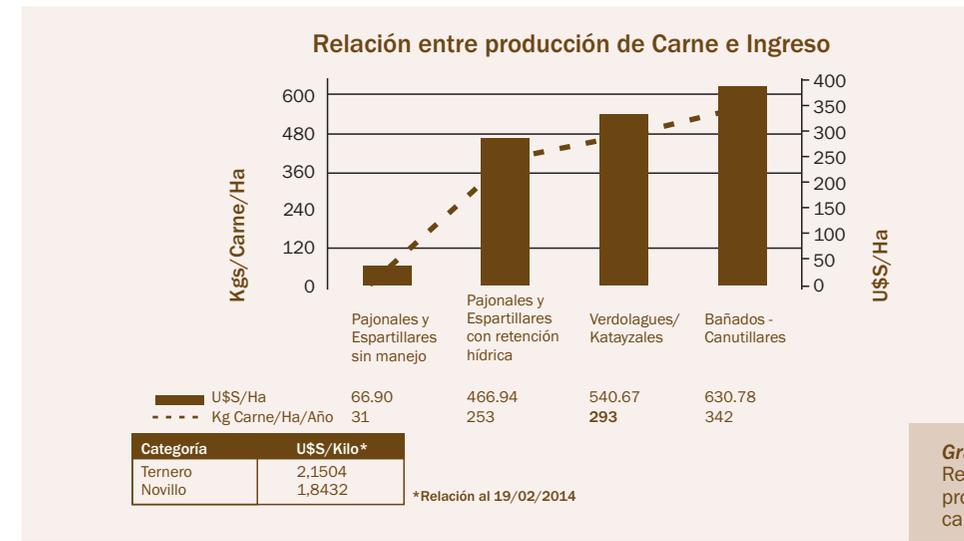


Gráfico 6
Relación entre producción de carne e ingreso.

Si se calcula que cada 500 litros de agua se produce aproximadamente 1 kg de Materia Seca (MS), y que cada 20 kilogramos de MS de pastizal nativo se puede producir 1 kilogramo de carne, verificamos el alto valor de poder aumentar la infiltración de agua en el predio:

Precipitación anual (mm)	Escorrentía	Infiltración (m3/Ha)	Kgs Pasizal/Ha	Eficiencia de uso (Cosecha y Dig.)	Kilogramos de Carne
900	65%	315	6300	35%	110
	25%	675	13500		236

Manejo del pastoreo: altura del pastizal inundable

La altura del pastizal, como así también la del pelo de agua en que se encuentra puede determinar que se produzcan grandes pérdidas de forraje por recostado y embarrado del animal al transitar. Varias de las especies del pastizal de cañada tiene tallos frágiles que se recuestan muy fácilmente. Cuando el método de pastoreo determina que los animales desarrollen muchos traslados, en el tránsito pueden dejar postrado un alto volumen de forraje de mucha calidad. En general, los suelos de drenaje dificultoso son los que manifiestan los menores porcentajes de cosecha por parte de los animales. El forraje puede quedar en pié, tendido, embarrado o enterrado, hasta incluso desprenderse de la planta.

Una manera de disminuir el impacto de esta situación, consiste en generar pautas de manejo del pastizal que devengan en un pasto corto y denso. A medida que el pastizal de cañada intenta florecer, elonga los tallos y es allí cuando ocurren las mayores pérdidas. Por todo ello, es probable que mientras dure el ciclo productivo de un pastizal de cañada, se aumente el aprovechamiento en la medida que mantengamos cargas adecuadas en forma casi constante, con períodos de descanso no mayores a 10 - 15 días. En parte esto ocurre porque las condiciones productivas son sumamente óptimas, lo cual determina altas tasas de crecimiento. En pocos días, las plantas comienzan a competir por el único recurso que comienza a ser escaso: la radiación; y es allí cuando se desarrollan los entrenudos modificando la arquitectura vegetal y predisponiendo a que ante la entrada de los vacunos, ocurra un alto porcentaje de volcado y embarrado del pastizal.

En los casos en que estemos reteniendo agua en zonas de pajonales, la condición de suelo inundado puede llegar a ser una de las más favorables para desarrollar eventos de fuego con relativa seguridad. Siempre es menester tener en cuenta las condiciones ambientales mínimas para ejecutar este tipo de prácticas, pero sin dudas la condición de suelo inundado disminuirá notablemente la "severidad" del fuego, ya que la temperatura a nivel del suelo no tendrá magnitudes tales que afecten negativamente ni las características físicas, químicas, ni el banco de semillas y propágulos. Además de ello, si las condiciones de inundación se mantienen, a las especies de pajonal les implicará una erogación sumamente importante de reservas, lo cual en el tiempo significa que tendremos una muy posible apertura de la intermata que será cubierta por especies de pastos cortos y tiernos.

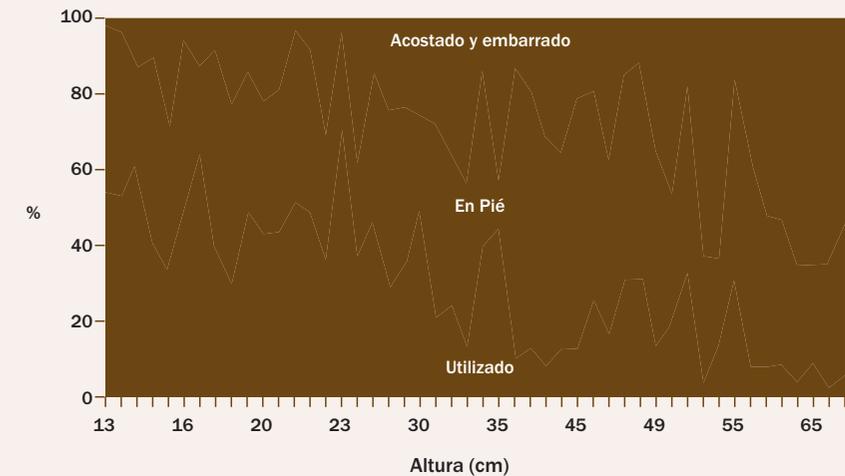


Gráfico 6
Forraje acostado y embarrado, forraje en pié y forraje utilizado en función de la vegetación, medida antes del pastoreo de los animales. (Bissio 2003)

4 . OBJETIVOS AMBIENTALES

■ Promoción de Pastizales Húmedos, Oasis

Durante períodos secos, los ambientes con característica de humedal proveen refugio a numerosas especies de la fauna. Esto es particularmente notable en los veranos secos, donde gran parte de la avifauna se mueve rápidamente a los espejos de agua. En la medida que haya mayores superficies promoviendo pastizales húmedos, el impacto positivo de la ganadería sobre la fauna asociada será aún mayor. Por otro lado en dichas áreas ocurre un escenario de sitio seguro para numerosas semillas de especies del pastizal, las cuales pueden desarrollarse y volver a semillar merced de condiciones existentes en estos oasis estacionales. De igual forma ocurre una concentración y sobrevivencias de distintas especies de polinizadores, claves para la multiplicación de las leguminosas nativas e implantadas.

■ Especies de fauna característica de pastizales inundables - Grados de amenaza

Algunas especies propias de este tipo de ambientes, han visto resentidas sus poblaciones en la últimas décadas. La recuperación y generación de ambientes tipo humedal, con encharcamiento superficial esporádico ampliará las posibilidades de avanzar en su recuperación.

A continuación algunas especies emblemáticas de este proceso:

Chorlo Pampa (*Pluvialis dominica*) son aves pequeñas, contextura robusta y cabeza grande. Se mueven en grupos de hasta 40 individuos. Son migratorios, llegan a nuestra zona viajando desde el Hemisferio Norte. En primavera llegan a América del sur a través de corredores como costas marítimas y de ríos, utilizando además aquellas lagunas a su paso. Los típicos pastos cortos y tiernos albergan millares de insectos y larvas que son aprovechadas por esta ave en su paso hacia al sur. Pastos verdes, recientemente consumidos por los herbívoros resultan preferenciales para esta especie que enfrenta una lenta pero sostenida disminución poblacional.

Ciervo de los Pantanos (*Blastocerus dichotomus*): Es un mamífero de gran tamaño. La longitud desde la cabeza a la cola es de unos 2 mts. La altura a nivel de la cruz es de 1,20 a 1,30 m. De pelaje rojo leonado, largo y tupido. Tiene blanco alrededor de los ojos, en el

interior de las orejas y en la parte posterior de los muslos. La cola es amarillo rojizo por arriba y negra en la parte inferior. El hocico y las patas en su mitad distal son negros. Los cuernos son grandes, gruesos y llegan a medir entre 50 y 60 cm. de largos ramificados en varias puntas. La hembra carece de cornamenta. Es herbívoro. Se alimenta de pastos de ambientes acuáticos. La gestación dura unos 9 meses y tienen una cría por parto. Generalmente anda solitario, en pareja o formando pequeños grupos. Durante el día se oculta entre los pastos formando "dormideros" o "camas". En el crepúsculo o durante la noche sale a comer. Se desplaza sin dificultad por los pantanos y es buen nadador.

BIBLIOGRAFIA

Badano N. D. 2010. *Modelación Integrada de Grandes Cuencas de Llanura con énfasis en Evaluación de Inundaciones*. Tesis de grado en Ingeniería Civil - Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

Barbagallo, J.F., J.I. Bellati & L.J. Sabella. 1967. *Regulación del agua de escurrimiento en suelos de áreas deprimidas*. San Miguel de Tucumán: Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. 4ta. Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.

Bellati, J.I., J.F. Barbagallo & L.J. Sabella. 1978. *Recuperación de áreas deprimidas inundables mediante el ordenamiento y manejo racional del recurso hídrico en cuencas organizadas o módulos*. IDIA 367-372: 100-121.

Bissio J. 2003. *Pastoreo de vacunos en un pastizal inundable: utilización y pérdidas de forraje*. Trabajo realizado en el marco del convenio MAGIC-EEA INTA Reconquista.

Bissio J.L., Luisoni L.H., Bennet Battista W. 1990. *Relaciones entre el agua superficial y los tres principales tipos de vegetación de los Bajos Submeridionales de Santa Fe*. Convenio EEA INTA Reconquista-Fundación José María Aragón.

Denoia J., Sosa O., Zerpa G., Martín B. 2000. *Efecto del pisoteo animal sobre la velocidad de infiltración y sobre otras propiedades físicas del suelo*. Cátedra de Manejo de Tierras y Forrajes, Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario.

Fertonani, M. y Prendes, H., 1983. "Hidrología en áreas de Llanura. Aspectos teóricos y metodológicos". *Actas del Coloquio de Olavarría de Hidrología de las grandes conceptuales Llanuras*. Vol. I, pp. 118-156. Buenos Aires, Argentina.

Fuschini Mejía, M.C., 1994. "El agua en las Llanuras". UNESCO/ORCYT. Montevideo, Uruguay. 54 pp.

Giraut, M., 2006. *Dinámica geomorfológica del humedal fluvial del Río Paraná en la Provincia del Chaco*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo - UNLP.

Leduc, C., Favreau, G., Schroeter, P., 2001. *Long term rise in a Sahelian water table: the continental Terminal in South-West Niger*. *Journal of Hydrology* 243: 43-54.

Marino, G. D., Miñarro, F., Stamatti, G., & Rodríguez, A. (2008). *Buenas prácticas ganaderas para conservar la vida silvestre de las pampas: una guía para optimizar la producción y conservar la biodiversidad de los pastizales de la Bahía Samborombón y la Cuenca del Río Salado*. Buenos Aires, Argentina: Aves Argentinas.

Martín B.; Zerpa, G.; Sosa, O.; Denoia, J. 1998. *Efecto del tránsito animal sobre las propiedades físicas del suelo y sobre la velocidad de infiltración*. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. V. Carlos Paz - pp11-13.

Moro E., Gutierrez N., Canteros M., Balbuena O., D'Agostini A., Gandara F. 2003. *Efecto de la carga animal sobre la compactación del suelo*. *Comunicaciones Científicas y Técnicas, UNNE*, A-033.

Nirjhar Shah, 2007. *Vadose Zone Processes Affecting Water Fluctuations: Conceptualization and Modeling Considerations*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Department of Civil and Environmental Engineering. College of Engineering. University of South Florida.

Ríos N., Cárdenas A. Y., Andrade H.J., Ibrahim M., Jimenez F., Sancho F., Ramirez E., Reyes B., Woo A. 2006. *Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica*. *Revista Agroforestería de las Américas* N° 45, pp66-71

Sallies, A.R., 1999. *Clima e Inundaciones en la Pampa Deprimida*. *Floodplain Management Assosiation - 17th Semiannual Conference, Sept-Oct 1999*. Sacramento, California, U.S.A.

BIBLIOGRAFIA

Sancho F., Ramirez E., Reyes B., Woo A. 2006. *Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. Revista Agroforestería de las Américas N° 45, pp66-71.*

Snyder C., Slaton N. 2002. *Effects of soil flooding and drying on phosphorus reactions. News an Views Newsletter. Potash and Phosphate Institute. Atlanta, Georgia.*

Velazquez Machuca M.A., Pimentel Equihua J. L., Palerm Viqueira J. 2003. *La inundación controlada: beneficios agrícolas, ecológicos y sociales. Memorias del Siposio pat-9 del 51° Congreso Internacional de Americanistas, Santiago de Chile Julio del 2003.*

Viquera, J. P., & Blanco, R. G. (2003). *El acceso al agua: un problema histórico y actual.*

Zhang, Y.K., Schilling, K.E., 2006. *Increasing streamflow and baseflow in Mississippi River since the 1940´s: Effect of land use change. Journal of Hidrology 324, 412-422.*