

# 1.5. FERTILIZACIÓN FOSFATADA

## Un insumo determinante del éxito en los suelos con restricciones de la Región Este

Milton Carámbula<sup>(1)</sup>

### CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS CON RESTRICCIONES DE LA REGIÓN ESTE

El hecho de hablar de suelos con restricciones significa que también existen suelos sin restricciones con condiciones favorables para la producción de forraje.

En este sentido y de acuerdo con Durán (1985) cuando se confronta la información referente a suelos con la producción de forraje de sus campos naturales, se puede concluir que los mejores suelos desde el punto de vista agrícola son también los mejores suelos desde el punto de vista pastoril. Dichos suelos presentan texturas medias a pesadas, colores oscuros con niveles elevados de materia orgánica, buena profundidad, elevada capacidad de retención de agua y drenaje bueno a moderadamente bueno.

A medida que los suelos se apartan de dichas condiciones o que una o varias de ellas se hacen limitantes, motivan que se registren descensos en los grados de aptitud de uso de los mismos, desde agrícolas hasta de aptitud pastoril muy baja.

De ahí que una definición de suelos con restricciones, suelos con limitaciones, suelos marginales o suelos con problemas, son aquellos suelos que por distintas causas, pero principalmente, tanto por características internas propias, como por topografía y alto riesgo de erosión, presentan restricciones de uso agronómico, que determinan porcentajes bajos de tierras arables y por

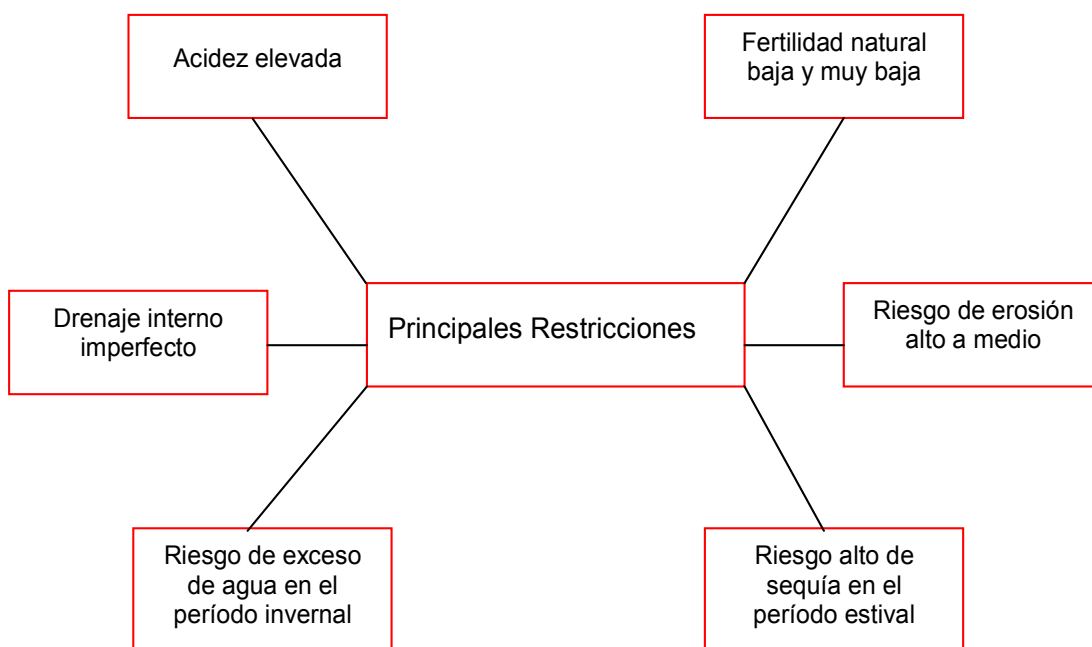
lo tanto la explotación ganadera es predominante.

Las restricciones que presentan estos suelos no son únicas, estrictas y fijas, sino que muestran distintos grados de importancia, por lo que un porcentaje importante de estos suelos “marginales” son destinados a la agricultura conservacionista, a la agricultura forrajera o a la ganadería, según las condiciones económicas o de oportunidad del predio, así lo indiquen. De ahí entonces, que su destino esté expuesto a que se registren avances de la agricultura sobre la ganadería y de la ganadería sobre la agricultura; para lo cual el destino de dichos suelos se debe planificar de tal manera, que permita ajustar el objetivo de acuerdo a cada circunstancia en particular.

No obstante, es evidente que la gran mayoría de los suelos con limitaciones, se presentan como casos extremos en los que la ganadería será el rubro que domine en las tres grandes zonas de la Región Este.

Este comportamiento significa que la potencialidad de los suelos de la Región Este puede ser extremadamente variable, lo que provoca que al pretender agrupar los suelos desde muy productivos a poco productivos, o de agrícolas a pastoriles, muchas veces resulte complicado. Ello se debe a que en la práctica, la productividad de cada suelo está condicionada en gran parte por las posibilidades que disponga el productor para aplicar medidas correctivas que permitan modificar los factores que imponen las principales restricciones dominantes en los mismos (Figura 1).

<sup>(1)</sup> Ing. Agr., M.Sc, Programa Plantas Forrajeras INIA Treinta y Tres (hasta diciembre 1999).



**Figura 1.** Principales restricciones de los suelos de la Región Este.

Así, mientras en ciertos suelos la escasa profundidad y/o los problemas de orden textural son caracteres restrictivos de difícil solución, porque afectan mayoritariamente el **régimen hídrico** de los mismos; en otros como los suelos profundos de baja fertilidad natural y/o degradados, las soluciones que se proponen son más fáciles técnica y prácticamente, ya que se trata de una restricción básicamente nutritiva, solucionable por la aplicación planificada de **fertilizantes**.

## LA HABILIDAD PARA REDUCIR LAS RESTRICCIONES QUE IMPONEN LOS SUELOS MARGINALES

Antes de iniciar la mejora de los suelos marginales presentes en un establecimiento, el técnico asesor y el productor tendrían que considerar que los esfuerzos para elevar su productividad deberían ser dirigidos, prioritariamente, a las mejores situaciones o sea aquellos suelos en los que se pueda

lograr una mayor producción forrajera mediante una mejor aptitud de uso pastoril.

Una vez tomada la resolución de cual será el tipo de suelo a ser considerado, se tendría que asumir que los gastos máximos para mejorar las pasturas de cualquier suelo marginal deberían corresponder a aquellas aplicables a los sistemas extensivos de producción y no más (implantación simple y bajo mantenimiento).

En estas situaciones, no cabría la implementación de sistemas intensivos de producción dado que si bien el potencial productivo de la Región en un todo es alto, el potencial productivo de muchos suelos marginales es relativamente bajo.

Por otra parte, las áreas que ocupan algunos suelos marginales están constituidas por superficies pequeñas y localizadas, distribuidas al azar y en proporciones variables acompañando al suelo principal y distribuidas al azar y en proporciones variables acompañando al suelo principal. Por lo tanto, no se justifica ni es posible un manejo específico, aparte del que recibe el suelo dominante.

La mayor o menor marginalidad de un suelo depende no sólo de sus propias características sino también de las acciones que el productor realice.

En tal sentido, se debe tener en cuenta que así como, mientras algunos suelos húmedos **considerados marginales** pueden pasar a ser bien utilizados y su vegetación mejorada sensiblemente siempre que se realicen obras de drenaje para eliminar el estancamiento de las aguas de lluvia; otros de profundidad media y con pendientes moderadas, **sin ser marginales**, pueden pasar a serlo simplemente por la aplicación equivocada de tecnologías desarrolladas para otras situaciones diferentes.

Por otra parte, se debe comprender que si bien los suelos pueden ser calificados, por sus caracteres dominantes, dentro de determinada aptitud; también se debe considerar la posibilidad de que su situación pueda ser revertida cuando la investigación permita disponer de nuevas tecnologías.

En todos los casos en que los costos de dichas tecnologías a ser aplicadas fueran accesibles y de baja complejidad para el productor, muchos suelos podrían mejorar

su aptitud pastoril. El problema dependería entonces no ya de la falta de soluciones, sino primordialmente de definiciones económicas y financieras.

Por consiguiente, resulta imperativo enfatizar la existencia de una necesidad insoslayable de incrementar la productividad de los suelos con restricciones, a través de la búsqueda de soluciones a las mismas y del desarrollo de sistemas de producción apropiados, que permitan diversificar y elevar sus producciones animales. Todo ello, a los efectos de aumentar dichos rubros y por consiguiente obtener con ellos beneficios económicos que satisfagan al productor ganadero (Figura 2).

### RECURSOS BÁSICOS PARA REDUCIR EL IMPACTO DE LAS RESTRICCIONES

Reducir el impacto de las principales restricciones ambientales de los suelos de aptitud de uso pastoril en cada establecimiento, debería ser uno de los objetivos impostergables de los técnicos asesores.

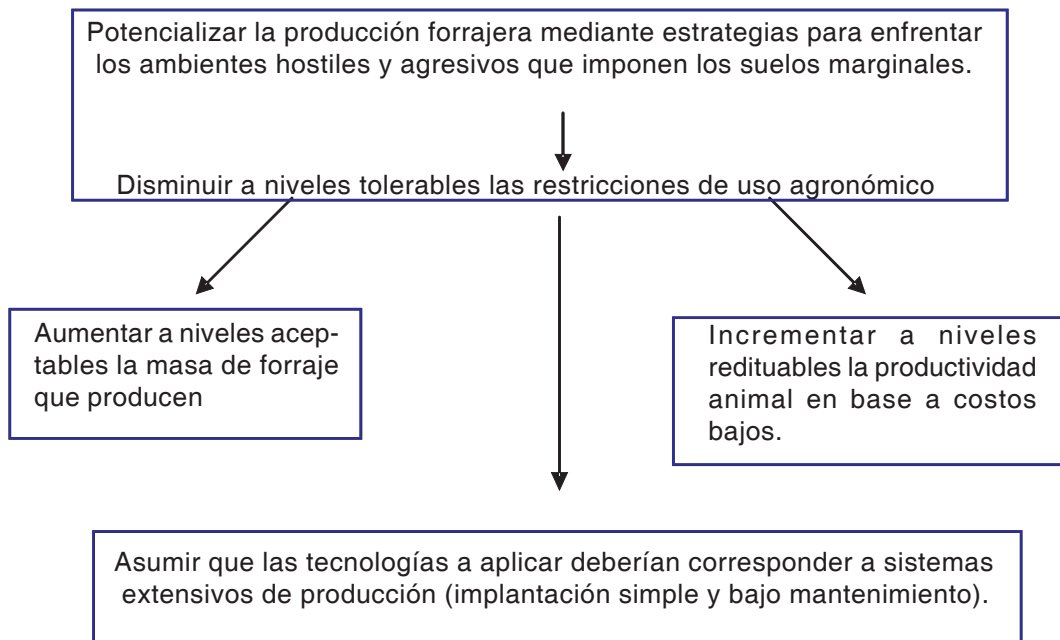
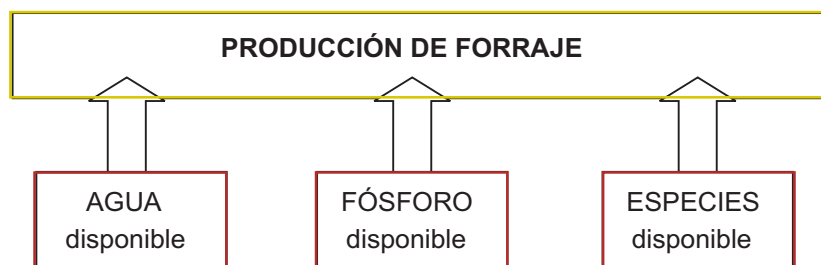


Figura 2. Metas de las mejoras para reducir las restricciones que imponen los suelos marginales.



**Figura 3.** Recursos básicos para producir forraje en suelos con restricciones.

Esta presentación se realiza con la finalidad de ilustrar la importancia de la manipulación del agua del suelo (agua disponible), de la fertilidad (fósforo disponible) y de la oferta de distintas forrajeras (especies disponibles) en la producción de forraje para enfrentar las restricciones anteriormente citadas; ya que el tipo en el que se apoya una buena Producción de Forraje comprende los tres recursos mencionados (Figura 3).

### Agua disponible

La gran mayoría de los suelos de la Región Este presentan, como una de las limitantes más importantes para el crecimiento de las especies forrajeras, inconvenientes en sus regímenes hídricos. Éstos registran épocas de déficits y de excesos de agua marcados, los que afectan sensiblemente la absorción de los nutrientes y particularmente la del fósforo.

De acuerdo con los conocimientos disponibles, la importancia del agua para recuperar los nutrientes del suelo es innegable y no requiere mayores comentarios.

De ahí que, en los períodos de déficit de agua tan comunes en la Región, la absorción de fósforo y por lo tanto la respuesta de las plantas a este nutriente puede ser baja y los rendimientos de materia seca, pobres.

A los efectos de enfrentar estas situaciones Carámbula y Terra (2000) han propuesto acciones para alcanzar la máxima capacidad de agua disponible en el suelo, así como acciones para lograr el mejor uso de ésta, ante riesgos de déficits hídricos y sequías.

Pero así como la falta de agua puede causar inconvenientes serios en el crecimiento de las plantas forrajeras, un exceso de agua también puede afectar muy seriamente el comportamiento forrajero de las plantas y sus pasturas.

En efecto, en suelos saturados de agua y en consecuencia pobremente aireados, la falta de oxígeno a nivel de las raíces provoca decrementos en el movimiento del agua dentro de las plantas y en su crecimiento. De esta manera, aún cuando en estas circunstancias el agua y el fósforo no sean restrictivos, la limitante está dada por la falta de oxígeno (Ferry y Ward, 1959).

Se debe comprender entonces, que el principal efecto nocivo del exceso de agua en el suelo es el desplazamiento del aire de sus poros y por lo tanto del oxígeno de los mismos, ya de por sí disminuido naturalmente debido al consumo que hacen las raíces, así como los animales y los microorganismos aeróbicos que viven en el suelo.

De acuerdo con Carámbula y Terra (2000), el oxígeno es vital para que las raíces de las plantas forrajeras puedan absorber los nutrientes disueltos en el agua del suelo, ya que este proceso requiere de energía, la cual debe proceder de la respiración de las raíces.

Para ello se hace necesario mantener siempre los suelos bien estructurados, que faciliten la aireación, con la finalidad de favorecer la respiración de las raíces. Dicho efecto se logra mejor realizando la siembra mediante métodos tales como los laboreos mínimos o la siembra directa.

## Fósforo disponible

Cualquiera sea el o los factores que limitan la productividad de un suelo y la intensidad con que estos intervengan, una de las condiciones ambientales que debe ser considerada con especial énfasis cuando se trata de dar soluciones a dichas limitantes, consiste ineludiblemente, en elevar la fertilidad, para lo cual se comenzará muy particularmente con los niveles de fósforo.

En este sentido, para que en estos suelos el sistema para producir forraje sea exitoso y eficiente, es imprescindible, primero elevar el nivel de **Fósforo** disponible en el suelo, de acuerdo con las leguminosas que serán sembradas; y segundo confiar en la fijación biológica del **Nitrógeno**, por parte de las mismas, en beneficio de las gramíneas asociadas.

Si bien estos dos nutrientes son muy importantes, se debe tener en cuenta que el escenario ambiental en el que crecen las pasturas afecta sensiblemente su comportamiento y será quien determine finalmente, su producción de forraje.

Así, los suelos de la Región Este pueden presentar, desde limitaciones fácilmente enfrentables y solucionables que permitirán realizar una agricultura conservadora o una agricultura forrajera; hasta limitaciones de difícil solución, al punto que los mismos deberían ser destinados irremediablemente a una ganadería pastoril extensiva, en los que sólo se puedan aplicar modificaciones menores a las limitaciones que los caracterizan.

De ahí entonces que el rol de los nutrientes y especialmente del fósforo en cada una de dichas situaciones debería ser diferente, acompañando las posibilidades de mejora que ofrecen las mismas así como las metas del productor.

En otras palabras, es posible afirmar que en aquellos ambientes con techos bajos de producción de materia seca, como son muchos de los suelos destinados a este tipo de pastura, se puede y se debe usar dosis menores, en particular de fósforo, desde que no es precisamente la fertilización fosfatada el único factor que fija el techo de rendimiento de muchos ambientes.

Por consiguiente, con referencia a las necesidades de elevar la fertilidad de estos suelos, la idea es tratar de minimizar tanto la fertilización fosfatada inicial como las refertilizaciones de mantenimiento a los efectos de que sólo cumplan una misión de balance o de reposición; pero teniendo siempre en cuenta que de todas maneras estas acciones deberían permitir sobrellevar las restricciones que presentan estos suelos desde el punto de vista de su fertilidad.

Las fuentes y dosis del fertilizante fosfatado, la época de aplicación (ya sea a cada cultivo individual o en secuencia de cultivos), la distribución de las refertilizaciones (según la persistencia productiva esperada), el techo de producción de forraje potencial o de la producción deseada, etc. deben ser tenidas en cuenta para definir para cada circunstancia, la utilización y aplicación de los diferentes tratamientos fosfatados a tener en cuenta.

También, se debe recordar que los requerimientos en fósforo son tan importantes para el crecimiento de la leguminosa en sí misma, como para la fijación de nitrógeno por parte de los nódulos. Esto ha sido demostrado tanto en trébol blanco como en lotus, ya que las concentraciones de fósforo en planta son más altas en leguminosas noduladas, que en leguminosas que disponen de nitrógeno mineral.

Además, resulta de interés tener en cuenta que a bajos niveles de fósforo las micorrizas asociadas a las leguminosas pueden favorecer un incremento en la absorción de las escasas cantidades de este nutriente disponibles para las plantas en estos suelos naturalmente pobres y muchos de ellos degradados.

## Especies disponibles

Las especies y cultivares forrajeros son el primer insumo de una pastura y por lo tanto la elección de los mismos para iniciar las mejoras en los suelos con restricciones resulta particularmente determinante del éxito o el fracaso, aspecto éste que puede adquirir menor relevancia en los suelos sin restricciones.

En todas las situaciones, se debería recurrir a la siembra de leguminosas que sean eficientes en el uso del fósforo para producir materia seca y por lo tanto valiosas para reducir las necesidades por este nutriente en términos de la cantidad de fertilizante requerido por la cantidad total de forraje producido. Por ello el género *Lotus* ofrece grandes ventajas.

Si bien las leguminosas son las especies pratenses más valiosas e indispensables para poner en marcha las mejoras de los suelos con limitaciones, también es cierto que los géneros más aconsejables son *Lotus* y *Trifolium*. Varias de las especies que los componen, varían en sus exigencias de suelo, nutrientes y condiciones climáticas, lo que hace que la oferta de especies y cultivares sea amplia. Esto permite dar sin dificultades con la leguminosa apropiada para cada circunstancia.

Por consiguiente, el productor agropecuario puede recurrir a los géneros recomendados para cada situación y dentro de ellos a las especies y en particular a los cultivares de mejor adaptación, rústicos y versátiles, que ofrezcan una gran seguridad sin riesgos de fracasos tempranos. Dichos cultivares deberían presentar la más alta performance en ambientes variados, incluyendo condiciones contrastantes.

En cuanto a las gramíneas se debe destacar el hecho de que las especies de esta familia presentan, en general, requisitos muchos menos específicos que las leguminosas, y aunque la oferta de especies y cultivares que existe en la Región también es amplia, algunas de ellas presentan posibilidades muy seguras de éxito en suelos distintos.

En todas las situaciones el productor debería preferir especies y cultivares seleccionados en el país, o en el extranjero bajo climas homólogos.

Optar por especies y cultivares con exigencias en hábitats muy definidos y con manejos muy específicos resulta en una complicación extra y por lo tanto deben ser desechados. Por otra parte sembrar forrajeras de comportamiento a campo poco conocido puede terminar siendo muy caro,

ya que agregan un riesgo más a los ya mencionados con anterioridad.

Al desarrollar las limitantes de cada tipo de suelo en particular, se presentan las especies más adecuadas para enfrentar las mismas; pero no se mencionan los cultivares recomendados a tales efectos, dado que éstos deberían variar con los requerimientos de cada productor para satisfacer sus necesidades. Al respecto, una vez determinada la o las especies adecuadas para cada suelo y tipo de pastura, el productor deberá considerar los atributos de cada uno de los cultivares ofertados con relación a: época de siembra, precocidad, ciclo, época de floración, etc. a los efectos de optar por el que más le convenga.

Por último, en los suelos con grandes riesgos de sequías, particularmente en el verano, se aconseja utilizar siempre cultivares de floración temprana cualquiera sea la especie por la cual se haya optado. Ellos permitirá que el proceso de autoresiembra se complete antes de que se registren los primeros déficits hídricos estivales.

## Interacciones agua-fertilidad-especies

Si bien en este ítem se ha presentado en forma separada el agua disponible, el fósforo disponible y las especies disponibles, resulta de gran valor destacar que dichos parámetros interactúan entre sí, de tal manera que, una adecuada disponibilidad de agua es esencial para que las plantas de las distintas especies obtengan los nutrientes del suelo, de la forma más eficiente, muy particularmente el fósforo y el nitrógeno.

En tal sentido, se debe recordar que una provisión adecuada de agua, resulta básica para alcanzar la producción elevada de forraje, tanto en cantidad como en calidad. Esta meta solamente es lograda si los niveles de humedad disponibles son suficientes para que las plantas de las distintas especies puedan acceder a los nutrientes ofrecidos.



Ello significa que tanto un déficit como un exceso de agua puede afectar la eficiencia de las distintas especies en el uso de ambos nutrientes aquí considerados.

## INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA MEJORAR LOS SUELOS CON RESTRICCIONES DE LA REGIÓN ESTE

A los efectos de ofrecer la información disponible sobre la mejora de las pasturas ubicadas mayoritariamente sobre suelos con restricciones, se consideren tres situaciones correspondientes a las tres áreas más importantes de la Región Este, las cuales a grandes rasgos se refieren a la topografía dominante en las mismas: zona de sierras, zona ondulada (incluye colinas y lomadas) y zona de llanuras.

A continuación se presentan los tipos de suelos correspondientes a las citadas zonas:

- Suelos superficiales y muy superficiales
- Suelos con horizontes B textural
- Suelos muy húmedos inundables y húmedos drenados

### Suelos superficiales y muy superficiales

La mayoría de estos suelos son derivados principalmente de rocas cristalinas, y se caracterizan por mostrar la presencia de pedregosidad y de afloramientos rocosos. Se trata de suelos con alto riesgo de erosión al presentar muchos de ellos un relieve fuertemente ondulado, a veces quebrado.

### Agua disponible

El escaso espesor de estos suelos determinado por la profundidad a la que se encuentra la roca madre, provoca fluctuaciones muy importantes en su capacidad de almacenaje de agua, con serios riesgos de sequías, siendo su vegetación natural tanto

más rala, cuanto más superficial es el suelo en cuestión.

Estos suelos se saturan de agua muy fácilmente debido a su limitado espesor y a que su excesiva pendiente provoca pérdidas importantes del agua de lluvia por escurrimiento y por lo tanto es muy poca el agua que queda retenida en su perfil, por lo que sufren serios déficits hídricos en cualquier época aunque particularmente en verano.

De ahí entonces que en los suelos superficiales la producción de las especies introducidas, no sólo es menor a la presentada en otros suelos, por insuficiencia de agua en distintos momentos a lo largo del año; sino que además el fósforo se encuentra concentrado en el horizonte superficial, generalmente seco por las razones expuestas.

El manejo de estos suelos debe dirigirse a conservar la humedad en los mismos, mediante el no laboreo. Esta práctica ofrece un gran potencial para ser aplicada en zonas amplias de la Región y particularmente en épocas secas, así como proteger la pastura natural y promover la introducción de especies que permitan realizar pastoreos en forma precaria sin demasiadas exigencias. A tales efectos las especies deberían ser en lo posible de hábito semipostrado y/o postrado por lo que las especies rizomatosas, estoloníferas o decumbentes serían más adecuadas que las cespitosas de hábito de crecimiento erecto.

### Fósforo disponible

La información disponible correspondiente a este ítem se presenta en la sección sobre suelos superficiales y muy superficiales.

### Especies disponibles

Afortunadamente, se ha podido mantener una luz verde frente a los resultados registrados en cuestión de especies, tanto a nivel parcelario como a nivel de validación en establecimientos comerciales.

Ello se debe a la disponibilidad del lotus anual (*Lotus subbiflorus*) cv. El Rincón que no sólo presenta un balance muy positivo entre sus fortalezas y debilidades sino además una adaptación agroecológica de gran destaque.

Como leguminosa perenne merece ser citada *Lotus pedunculatus* la cual no sólo presenta muy buenos rendimientos de materia seca, sino además muy buena recuperación luego de déficits hídricos; así como una red de rizomas estoloneiformes y raíces que ofrecen una excelente cobertura en este tipo de suelos con pendientes y riesgos importantes de erosión. Aquí deben citarse los cultivares Maku, Sunrise y LE 627).

En cuanto a *Lotononis bainesu* cv. INIA Glencoe, leguminosa perenne de reciente liberación por INIA Tacuarembó y de buen comportamiento en suelos superficiales de Basalto, no se dispone de información suficiente para decidir su inclusión o no, entre las especies recomendadas para los suelos superficiales del Cristalino del Este.

En cuanto a las gramíneas deben destacarse para suelos con menos espesor el pasto lanudo (*Holcus lanatus*) y el raigrás (*Lolium multiflorum*) y en suelos con más espesor el dactilis (*Dactylis glomerata*).

Las citadas gramíneas y leguminosas presentan al productor diferentes opciones, según la profundidad y pendiente del suelo en cuestión, mediante la oferta de especies tanto anuales como perennes. De esta manera se podrá satisfacer los requerimientos para complementar diferentes composiciones botánicas y densidades del tapiz natural.

## SUELOS CON HORIZONTE B TEXTURAL

### Agua disponible

En los suelos con un horizonte B textural, la recarga de agua de éstos es acorde con la profundidad y espesor a los que se encuentra dicho horizonte aracilloso y compacto.

En estos suelos, se registra en invierno, períodos con excesiva humedad, los cuales por ser muy comunes complican el ma-

nejo adecuado de las pasturas por falta de piso. Por ello, de decidirse por algún tipo de mejora, se deberá preferir las partes más altas del predio y con las mejores vías de drenaje.

Por el contrario, cuando llega el verano las pasturas deben enfrentar una creciente y progresiva restricción hídrica como consecuencia de una demanda atmosférica alta, acompañada por temperaturas elevadas y una falta de reposición de agua por un proceso lento a muy lento de ascenso capilar debido a la presencia del horizonte B textural.

En estos suelos, el mencionado horizonte B, determina que la capacidad de almacenamiento de agua disponible sea bastante restringida (50-80mm en el mejor de los casos); pasando en breves lapsos a extremos contrastantes en el horizonte superficial, desde excesos a deficiencias hídricas.

La presencia de este horizonte afecta no sólo su régimen hídrico, sino además, en forma notable el uso y la eficiencia de los fertilizantes fosfatados.

En tal sentido, los fosfatos ubicados naturalmente debajo del horizonte B textural son en la práctica inaccesibles y por lo tanto muy poco utilizables por las pasturas, por lo que el crecimiento de las plantas depende básicamente del nivel de fertilidad del horizonte superficial. Cuanto más angosto sea éste, más rápido será el desabastecimiento de agua y fósforo, y mayor será la necesidad de reponerlos para satisfacer los requerimientos de las especies; teniendo en cuenta a su vez, que los sistemas radiculares de dichas plantas son reducidos por el poco espesor del suelo que pueden explorar.

Debido al exceso de humedad que sufren en invierno y teniendo en cuenta que no todas las especies forrajeras en el horizonte A logran extender sus raíces a través del horizonte B textural, las pasturas sobre estos suelos pueden estar expuestas a riesgos de sequía, en cualquier época del año, pero principalmente en verano, al poseer sistemas radiculares poco extendidos.

Dicha restricción hídrica estival, produce en los suelos que poseen el horizonte B



relativamente superficial, una marcada escasez en la disponibilidad de forraje debido a que estos suelos, como ya se ha expresado, tienen reducida capacidad de almacenamiento de agua y muchas veces en que se produce un excesivo sobrepastoreo, el riesgo por la sequía se intensifica aún más.

## Fósforo disponible

La información disponible correspondiente a este ítem se presenta en la sección suelos de Colinas y Lomadas (Suelos con horizonte B textural).

## Especies disponibles

Las características que presentan estos suelos indican que las soluciones para ellos deberían involucrar primordialmente la siembra mediante técnicas de implantación por distintos métodos no convencionales como coberturas, laboreos mínimos y siembra directas.

Con referencia a las especies disponibles y recomendadas para sembrar en estos suelos, es posible incluir a *Lotus pedunculatus*, *Lotus corniculatus* y *Lotus subbiflorus* y los tréboles rojo (*Trifolium pratense*) y blanco (*Trifolium repens*). En cuanto a gramíneas raigrás (*Lolium multiflorum*), holcus (*Holcus lanatus*), festuca (*Festuca arundinacea*), bromus (*Bromus auleticus*) y paspalum (*Paspalum dilatatum*) prosperan sin dificultades. En todas ellas, la aplicación del manejo más adecuado será determinante de su persistencia productiva.

## SUELOS MUY HÚMEDOS INUNDABLES Y HÚMEDOS DRENADOS

### Agua disponible

En estos suelos, el drenaje pobre es probablemente el factor más importante que afecta a la fertilidad y a todas las especies forrajeras. Sin embargo, se debe tener presente que normalmente las leguminosas son más afectadas que las gramíneas.

Por lo tanto, resulta importante enfatizar algunas medidas que deberían aplicarse para atenuar los efectos nocivos del exceso de agua, particularmente sobre los sistemas radiculares. Para lograr este objetivo se tendrá que facilitar el drenaje tanto superficial como interno del suelo, sembrar especies tolerantes al exceso de agua y optar por cultivares resistentes a enfermedades.

No obstante, parecería que los suelos saturados, en ciertas oportunidades podrían favorecer el movimiento libre de los rizobios en el agua hacia los horizontes inferiores, ya que ellos no son transportados por las raíces.

Se debe recordar que como ya fue expuesto previamente, el principal efecto nocivo del exceso de agua en un suelo es el desplazamiento del oxígeno. Este elemento resulta vital para que las raíces de las especies forrajeras puedan absorber los nutrientes disueltos en el agua del suelo, entre otros el fósforo. Ello se debe a que el proceso de absorción requiere de energía, la cual debe proceder de la respiración de las raíces.

Los suelos **muy húmedos inundables** corresponden casi en su totalidad a gleysoles, los cuales pasan gran parte del año con exceso de agua y con grandes riesgos de inundaciones, por lo que aún siendo de uso exclusivo ganadero, su uso pastoril es restringido.

Dicha aptitud de uso pastoril de estos suelos dependerá de la severidad con que se presente el régimen de lluvias y de las características intrínsecas de los mismos, así como de las obras de drenaje y control de inundaciones que se pongan en marcha. No obstante, debido a que poseen una napa freática alta presentan de todas maneras humedad excesiva en invierno, pero escaso riesgo de sequía en verano.

En cuanto a los **suelos húmedos drenados**, éstos están formados básicamente por planosoles. Ellos presentan exceso de agua en invierno como consecuencia de la presencia de un horizonte B compacto, el cual impide que no sólo se registre un buen almacenaje de agua sino ade-

más el desarrollo de sistemas radiculares profundos. Estos efectos atentan contra el buen crecimiento y desarrollo de las plantas; lo que conduce a que estos suelos sean particularmente sensibles a las sequías.

En estos suelos, se debe considerar también que la disponibilidad de fósforo en los mismos es incrementada cuando se registran situaciones de anaerobiosis (falta de oxígeno). Bajo estas condiciones se produce una disminución en la inmovilización del fósforo del fertilizante mediante la reducción de los compuestos de hierro.

Este comportamiento se observa en los suelos arrozados, donde la disponibilidad incrementada de fósforo permite realizar la siembra de pasturas en que la necesidad de aplicar fertilizaciones fosfatadas pueden ser bajas, aspecto fundamental sobre el cual se basa en gran parte la tecnología de bajo costo desarrollada en la Estación Experimental del Este en las rotaciones arroz-pasturas (Mas, 1978; Grierson y otros, 1979).

No obstante, una aireación insuficiente durante los períodos de excesos de agua, provocaría no sólo atrasos en el calentamiento del suelo y por consiguiente un acortamiento de la estación de crecimiento, sino también fallas en la fijación de nitrógeno por parte de las bacterias, al no disponer éstas de suficiente oxígeno. Asimismo, en aquellos períodos de exceso de agua, el potencial de rendimiento es generalmente bajo y un incremento en las dosis de fertilizantes, no se ven reflejados en mejores producciones forrajeras.

### Fósforo disponible

La información correspondiente a este ítem se presenta en la sección Zona de Llanuras (Suelos muy húmedos inundables y húmedos drenados).

### Especies disponibles

En estos suelos, la elección de las especies deberá considerar si los suelos presentan subsuelos impermeables que limitan la capacidad de almacenaje de agua, o si se trata de suelos con napa freática alta. Si

bien ambos tipos de suelos registrarán humedad excesiva en invierno, mientras el primero presenta riesgos de sequía en verano, el segundo muestra escasos riesgos de sequía en dicha estación. Por lo tanto, se deberá tener en cuenta si los suelos se caracterizan por ser húmedos inundados gran parte del año o si son húmedos drenados con excesos de agua por períodos cortos del año.

A pesar de que los **suelos muy húmedos inundables** son generalmente fértiles, hoy día se dispone de muy pocas especies que soporten dichas condiciones de excesiva humedad, el lotus rizomatoso (*Lotus pedunculatus*) y el trébol frutilla (*Trifolium fragiferum*) son citados en todo el mundo como leguminosas muy adaptadas a las citadas condiciones, lo cual coincide con los registros efectuados sobre el comportamiento de estas especies en Uruguay.

Dado que un porcentaje elevado de los **suelos húmedos drenados** comprendidos en la Región Este ya ha sido arrozado, las mejoras programadas para gran parte de su superficie deberían efectuarse bajo el régimen arrocero-pastoril, aunque en ciertas zonas es exclusivamente pastoril.

Entre las leguminosas invernales anuales que son tolerantes al hábitat que presentan dichos suelos húmedos drenados deben citarse trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), trébol persa (*Trifolium resupinatum*), trébol alejandrino (*Trifolium alexandrinum*) y lotus anual (*Lotus subbiflorus*).

Entre las leguminosas perennes se incluyen trébol blanco (*Trifolium repens*), lotus de los bajos (*Lotus tenuis*) y lotus rizomatoso (*Lotus pedunculatus*). En los casos en que sólo se pretenda una vida corta se pueden sembrar lotus común (*Lotus corniculatus*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*).

Entre las gramíneas invernales anuales tolerantes al hábitat que imponen los suelos drenados se pueden citar: raigrás anual (*Lolium multiflorum*), raigrás bianual (*Lolium spp*), pasto lanudo (*Holcus lanatus*), y entre las perennes: bromus (*Bromus auleticus*) y festuca (*Festuca arundinacea*), así como

raigrás perenne (*Lolium perenne*) en climas fríos.

Finalmente, algunas gramíneas estivales perennes han demostrado muy buen comportamiento en los suelos bajos de la Región. Tal es el caso de la nativa paspalum (*Paspalum dilatatum*) y de varias introducidas en especial *Setaria sphacellata*, así como *Panicum maximum*, *Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris* las cuales se han mostrado como muy adaptadas a las condiciones predominantes en los suelos con restricciones de las llanuras del Este.

## COMENTARIOS FINALES

Las mejoras de las pasturas ubicadas sobre suelos con limitaciones, conocidas generalmente por términos imprecisos, tales como mejoramientos extensivos y mejoramientos de campo, han demostrado ser tecnologías simples, válidas y confiables, para complementar la producción restringida de forraje de dichas pasturas naturales.

Estas tecnologías requieren una inversión inicial menor que la necesaria para poner en marcha una mejora convencional y deberían basarse en tres pilares de indiscutible valor tanto básico como práctico: el agua, el fósforo y las especies forrajeras, muy particularmente las leguminosas. El agua porque determina el grado de aprovechamiento del fertilizante fosfatado que se aplique y las especies forrajeras porque permiten optar por aquellas más eficientes del uso del fósforo utilizado. Así, el techo de producción de forraje al que se llegue o el que se pretenda alcanzar es afectado por los tres recursos mencionados, constituyendo la fertilización fosfatada el pivot principal.

Por último, no se debe olvidar que las mejoras de los suelos con restricciones no admiten grandes gastos y que serán tanto más rentables cuanto menores y más eficientes sean utilizados los citados recursos disponibles.

Si bien, en muchos casos las soluciones propuestas para minimizar ciertos inconvenientes de estos tipos de suelos no son totalmente eficientes, de todas maneras pueden llevar a reducir los aspectos negativos de ellos a grados tolerables y de sus pasturas a niveles aceptables, siempre que los costos para lograr la mejora sean redituables.

## BIBLIOGRAFÍA

- CARÁMBULA, M.; TERRA, J.** 2000. Las Sequías: Antes, durante y después. INIA Treinta y Tres. Boletín de Divulgación 74. 133 p.
- DURÁN, A.** 1985. Los Suelos del Uruguay, Ed. Hemisferio Sur. 398 p.
- FERRY, J.F.; WARD, H.S.** 1959. Fundamentals of Plant Physiology. The MacMillian Company. New York. 288 p.
- GRIERSON, J.; BONILLA, O.; ACEVEDO, A.** 1979. Producción de carne en rotaciones con arroz. *In: Jornada idem.* 31.10.1979 CIAAB. Estación Experimental del Este. Uruguay.
- MAS, C.** 1978. Región Este. *In: Pasturas IV.* M.A.P. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Böerger" Miscelánea No. 18. p. 37-64. Montevideo.