

## **TRABAJO ORIGINAL**

### **COMPOSICIÓN MINERAL Y POTENCIAL TETANIZANTE EN VERDEOS DE INVIERNO SEMBRADOS EN DIFERENTES FECHAS\***

*Mineral composition and tetanigenic potential of winter annual forage grasses sowed at different dates*

**BRIZUELA<sup>1</sup>, M.A. y CSEH<sup>2</sup>, S.B.**

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata  
Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Buenos Aires  
Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

#### **RESUMEN**

En la utilización de verdeos de invierno resulta crítica la posible manifestación de casos de hipomagnesemia en los animales. Este estudio analizó el efecto de diferentes fechas de siembra sobre la composición mineral de verdeos en relación a su potencial tetanizante. Se condujeron dos ensayos en Balcarce, Argentina, con tres materiales: centeno cv Tetrabal INTA, avena cv Cristal INTA, y raigrás anual cv Tama, con siembras en marzo y abril de 1997 y 1998. Los cortes se realizaron en base al desarrollo de los cultivos. En el material cosechado se determinó la concentración de Mg, Ca y K por espectrofotometría de absorción atómica y se calculó la relación K/Ca+Mg (mEq/base). Las lluvias en ambos años fueron muy variables. Las concentraciones (%±D.S.) de Ca y Mg se mantuvieron relativamente constantes a través de los cortes, promediando:  $0,44 \pm 0,07$  y  $0,14 \pm 0,03$  para Tetrabal,  $0,42 \pm 0,05$  y  $0,14 \pm 0,03$  para Cristal y  $0,40 \pm 0,05$  y  $0,15 \pm 0,03$  para Tama, respectivamente. Las concentraciones de K y las relaciones K/Ca+Mg, variaron a través del tiempo de acuerdo al verdeo y la fecha de siembra. Al comparar los valores de la relación K/Ca+Mg con el valor de referencia (2,2), se concluye que en general todos los cultivares son potencialmente tetanigénicos en sus primeros cortes (valores entre 2,2 y 5,5). Ese alto potencial tetanizante se relaciona con: condiciones ambientales favorables para promover el crecimiento de las plantas, muy altas concentraciones de K, bajo porcentaje de materia seca, y altas tasas de crecimiento inicial, y hace que su utilización con animales susceptibles no sea recomendable, independientemente de la fecha de siembra.

**Palabras clave:** centeno, avena, raigrás anual, potencial tetanizante, fechas de siembra.

Recibido: 19 de noviembre de 2003

Aceptado: 02 de abril de 2004

\* Trabajo realizado con Subsidios de UNMdP, CONICET y CIC.

1. Fac.Ccias. Agrarias - UNMdP. C.C. 276 (7620) Balcarce, Bs.As., Argentina. E-mail: mbrizuela@balcarce.inta.gov.ar.

2. EEA INTA, Balcarce. C.C. 276 (7620) Balcarce, Bs.As., Argentina. E-mail: scseh@balcarce.inta.gov.ar

## SUMMARY

*It is considered critic in the use of winter annual forage grasses the possible manifestation of cases of tetany in the animals. This study analyzed the effect of different seeding dates upon the mineral composition of these grasses in relation to their tetanigenic potential. Two trials were conducted in Balcarce, Argentina, with three materials: rye cv Tetrabal INTA, oat cv Cristal INTA, and annual ryegrass cv Tama, with seeding in March and April of 1997 and 1998. The cuts were carried out according to the crop development. In the harvested material the concentrations of Mg, Ca and K were quantified by atomic absorption spectrophotometry, and the K/Ca+Mg (mEq/base) ratio was calculated. Rains in both years were very variable. The concentrations (%±S.D.) of Ca and Mg remained relatively constant through the cuts, averaging  $0,44 \pm 0,07$  and  $0,14 \pm 0,03$  for Tetrabal,  $0,42 \pm 0,05$  and  $0,14 \pm 0,03$  for Cristal, and  $0,40 \pm 0,05$  and  $0,15 \pm 0,03$  for Tama, respectively. On the contrary, the concentrations of K and the K/Ca+Mg ratio varied through time according to the cultivar and the seeding date. When comparing the values registered for the K/Ca+Mg ratio with the reference value ( $\$2,2$ ), it is possible to conclude that almost all cultivars are potentially tetanigenic in their first cuts (values between 2,2 and 5,5). That high tetanigenic potential is related with: favorable weather condition to promote plant growth, very high K concentrations, low dry matter percentage, and high initial growth rates, not being advisable their use with susceptible animals, independently of the seeding date.*

**Key words:** rye, oat, annual ryegrass, mineral composition, tetanigenic potential, seeding date.

## INTRODUCCIÓN

La tetania de los pastos, que constituye la expresión patológica más severa de la deficiencia de magnesio (Mg) en el ganado, es un desorden metabólico complejo que resulta de una baja disponibilidad de ese mineral para el animal. La etiología de este desorden es múltiple, pudiéndose atribuir a una carencia de Mg en el alimento, o a una mala absorción o incorrecta utilización (Crawford, Massie, Sleper y Mayland, 1998). Dentro de los factores de interferencia a nivel del metabolismo vegetal puede citarse el antagonismo que existe entre el potasio (K) y el Mg. Altas concentraciones de K en gramíneas en activo crecimiento inhiben la absorción de Mg en rumiantes, lo cual incrementa en forma considerable el riesgo de presentación de hipomagnesemia. Kemp y t'Hart (1957) han sugerido que una relación en el forraje de K/Ca+Mg  $\$2,2$  mEq/base, más que el contenido individual de Mg ( $<0,20\%$ ), es el indicador más sensible de predisposición al desarrollo de la tetania en animales en pastoreo. Un particular énfasis ha sido puesto

en las condiciones ambientales existentes en el momento de su aparición o expresión, y el efecto de éstas sobre las tasas de crecimiento de las pasturas y la concentración relativa de nutrientes en el forraje en distintos períodos del año (Bohman, Horn, Stewart, Mathers y Grunes, 1983; Sleper, Vogel, Asay y Mayland, 1989; Robinson, Kappel y Boling, 1989).

Al igual que en otras regiones del mundo (Mayland y Sleper, 1993; McCoy, Goodall y Kennedy, 1993; Crawford y otros, 1998), la tetania constituye un serio problema económico en animales en pastoreo durante la etapa de lactancia en algunas regiones de Argentina. En el sudeste de la Provincia de Buenos Aires es la primera causa de mortandad en vacas de cría pastoreando durante el invierno en pasturas permanentes o verdes; siendo el índice de mortandad del 4% en los rodeos afectados (Cseh y Crenovich, 1996). Los cereales forrajeros de invierno, como avena, centeno y triticale, y algunas gramíneas anuales, principalmente raigrás anual, son recursos usualmente utilizados en los sistemas ganaderos de la Región Pampeana (Brizuela, Di Rocco y Cid, 2001).

Por ello, el conocimiento de las características tetanigénicas de estos forrajes resultaría útil para determinar cuál es el momento de mayor riesgo potencial para los animales. Por otra parte, aún cuando en el sudeste Bonaerense existe actualmente una marcada tendencia a siembras de verdeos de invierno cada vez más tempranas, hacia fines de verano, las siembras pueden verse demoradas por diversos factores.

El objetivo del trabajo fue evaluar, bajo defoliación por cortes, la concentración de minerales potencialmente tetanigénicos en tres especies forrajeras anuales de invierno, sembradas en diferentes fechas a fines de verano y principio de otoño.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en 1997 y 1998 en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata, en Balcarce, Argentina (37E45'S, 58E18'O), en un suelo Argiudol típico con buen drenaje y 5,6% de materia orgánica. El clima de la región se caracteriza por precipitaciones promedio de 950 mm, repartidas respectivamente en un 40 y 60% en los meses más fríos (mayo a agosto) y cálidos (septiembre a abril) del año.

Se evaluaron dos cereales forrajeros de invierno: centeno (**Secale cereale** L.) tetraploide cv. Tetrabal INTA y avena (**Avena byzantina** L.) cv. Cristal INTA, y una gramínea de ciclo otoño-inverno-primaveral: raigrás anual (**Lolium multiflorum** Lam.) cv. Grassland Tama. En cada año los cultivares se sembraron en tres (18/03, 01/04 y 15/04/1997) y cuatro fechas (05/03, 19/03, 09/04 y 23/04/1998), respectivamente. En cada fecha, la siembra se realizó utilizando un arreglo completamente aleatorizado. Cada cultivar fue sembrado en parcelas de 1,4x5 m y surcos espaciados a 20 cm, con una densidad de 250 plantas m<sup>-2</sup>, con tres repeticiones. Las parcelas se fertilizaron con urea (100 kg de N ha<sup>-1</sup>) a los 15 días de la siembra.

Los cortes se realizaron cuando los cultivos alcanzaban un desarrollo tal que tendían a cerrar los surcos y/o se observaba el inicio de senescencia en las hojas más viejas, lo que determinó un número variable de cortes para cada material y fecha de siembra. La biomasa cosechada en cada corte fue secada a 60 EC hasta peso constante, pesada, molida y mineralizada por vía húmeda con una mezcla de ácido nítrico y perclórico (3/2):(V/V). En la solución así obtenida se cuantificaron la concentración de Mg, Ca y K por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer, 1982), para posteriormente calcular la relación K/Ca+Mg. Los valores de la relación para cada material, fecha de siembra y de corte se referenciaron con el valor de 2,2 citado por Kemp y t' Hart (1957) como umbral del potencial tetanigénico.

Los datos de concentración de Ca, Mg y K, y de la relación K/Ca+Mg de cada cultivar evaluado en cada año fueron analizados mediante ANVA, con un diseño de parcela subdividida, con fecha de siembra como parcela principal, cultivar como subparcela y cortes como observaciones en el tiempo. Las diferencias entre medias se establecieron mediante el test de Tukey para un  $\alpha \neq 0,05$ . Dado el carácter multivariado de las condiciones predisponentes para que el forraje alcance el valor de referencia como potencialmente tetanizante, se utilizó un método de ordenación (Análisis de Componentes Principales, ACP, SYSTAT 1985) para indagar las relaciones ambientales y productivas de los verdeos en dicha expresión. Cada uno de los cortes de los diferentes cultivares fue considerado una unidad operativa. Las variables consideradas fueron las concentraciones de minerales y datos de: temperaturas mínimas (Tmi) y máximas (Tma) promedio, registradas durante cada período de crecimiento entre cortes, la suma térmica de las temperaturas medias (SumaT) y la precipitación (Pción) en dichos períodos. Estos datos fueron obtenidos de la estación meteorológica de la EEA Balcarce, INTA, ubicada en las proximidades del sitio experimental. Además, en el ACP se consideró también el rendimiento de materia

seca (Rend), la tasa de crecimiento inicial (Tai), los días de crecimiento (d), y el porcentaje de materia seca (%MS) obtenidos simultáneamente por Brizuela y otros (2001) en la evaluación agronómica de los verdeos estudiados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de la tetania puede ser atenuada por prácticas de manejo, tales como una mejor alimentación, suplementación, fertilización y utilización de especies con alto contenido de Mg (Robinson y otros, 1989). Sin embargo, el carácter de su ocurrencia esporádica (Crawford y otros, 1998) determina la necesidad de información sobre momentos de mayor riesgo, de forma tal de bajar su frecuencia de presentación. Las marcadas variaciones en la incidencia de la hipomagnesemia que ocurren año a año pueden explicarse a través de las interacciones entre factores tales como clima, crecimiento y stress de las pasturas, que afectan la disponibilidad y absorción de Mg (McCoy y otros, 1993), y factores relacionados con el animal tales como estado fisiológico, edad, nivel de producción y condiciones de stress (McDowell, Conrad, Hembry, Rojas, Valle y Velásquez, 1993).

La precipitación registrada durante 1997 varió ligeramente en relación a la precipitación promedio del sitio. Por el contrario, su distribución fue altamente variable durante la época de siembra. La precipitación registrada durante marzo y abril fue sólo un 6% inferior a la mediana de la década 1989-98 (59,9 mm), mientras que la registrada de mayo a octubre fue un 30% mayor (82,5 vs. 48,8 mm). Del 15 de marzo al 15 de abril, la precipitación acumulada fue de sólo 9,6 mm a través de ocho eventos. Esto afectó la emergencia de las plántulas de los tres verdeos en la segunda siembra e impidió su posterior evaluación. En 1998, los registros fueron notoriamente variables tanto en los meses de siembra como en los subsiguientes.

Así, mientras en marzo llovió sólo un 40% del registro de la última década, la precipitación en abril fue cinco veces superior a la de dicho registro. Las precipitaciones de los meses de cortes fueron un 36% menores a las de la década y muy irregulares, siendo especialmente escasas de junio a agosto. Las temperaturas medias mensuales de ambos períodos experimentales fueron similares o aún ligeramente mayores a los valores promedios de la última década (Brizuela y otros, 2001).

En ambos años y a través de los cortes, se observó una relativa estabilidad en los valores medios de Ca y Mg y una marcada disminución en los de K (n= 50, Cuadro 1). En 1997 se realizaron tres cortes en todos los cultivares, excepto para raigrás anual en la última fecha de siembra que rindió un cuarto corte. Sin embargo, en 1998 el número de cortes de cada cultivar varió entre 1 y 4, dependiendo de la fecha de siembra disminuyó a medida que la fecha de siembra se atrasó (Cuadro 1). Por otra parte, todos los cultivares mostraron una tendencia a disminuir su potencial tetanigénico con el avance de la estación de crecimiento, independiente de la fecha de siembra (Figura 1).

Bajo condiciones normales, los estados iniciales de crecimiento de una planta se caracterizan por una relativamente rápida absorción de nutrientes y una relativamente baja tasa de producción de materia seca. A medida que el crecimiento prosigue, la última tasa aventaja a la primera produciéndose un proceso natural de dilución, por el cual el contenido de minerales calculado sobre la base de materia seca declina. Existen antecedentes contradictorios en cuanto a la declinación de los minerales involucrados en el presente estudio con el avance de la madurez. Mientras algunos estudios han encontrado una disminución en la concentración de estos minerales a medida que la planta madura (Cherney y Robinson, 1985; McDowell y otros, 1993), otros sólo han encontrado una disminución en la concentración de K (Stewart, Grunes, Mathers y Horn, 1981). Este último patrón es similar al encontrado en nuestro estudio.

**CUADRO 1:** Concentración de Ca, Mg y K (% en base MS) en diferentes cortes (n=50) de verdeos de invierno sembrados en diferentes fechas en 1997 y 1998. Balcarce, Argentina.

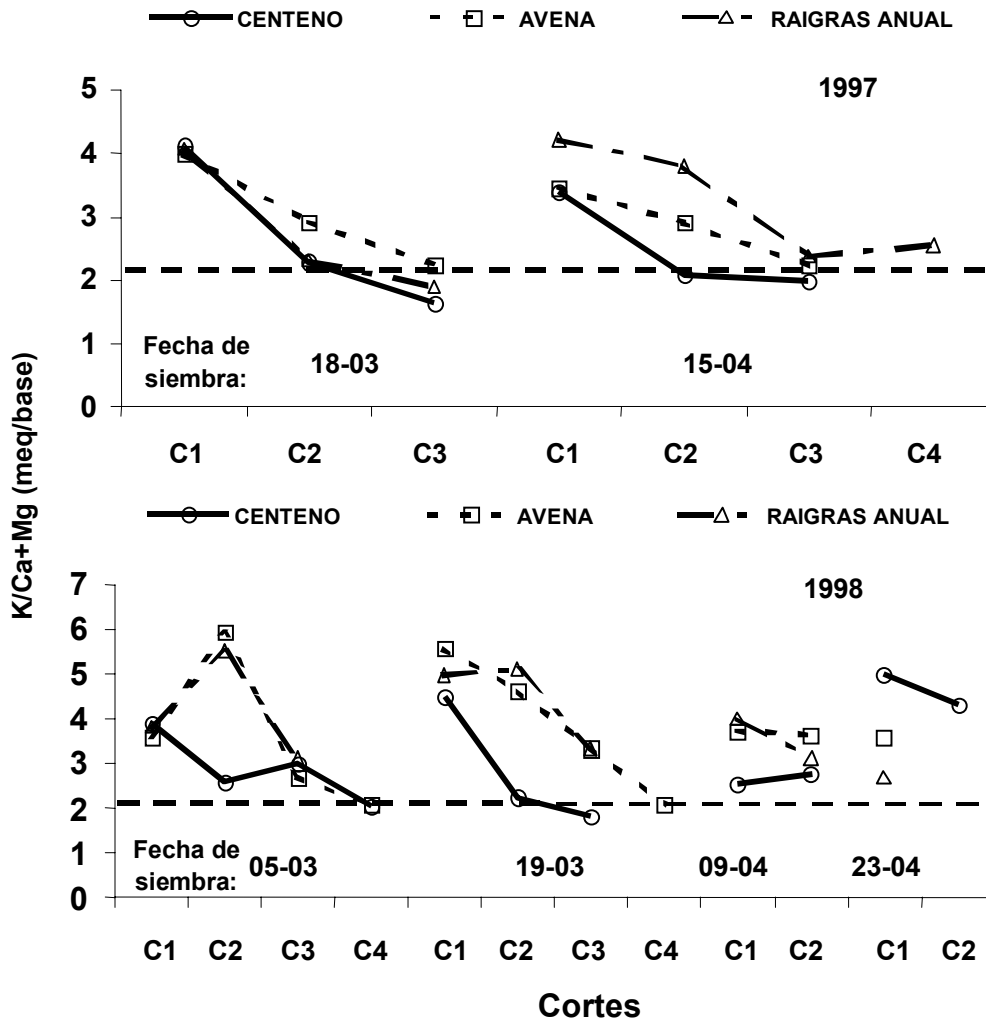
**Table 1:** Concentration of Ca, Mg and K (% on DM base) in different cuts (n=50) of winter annual forage species sowed at different dates in 1997 y 1998. Balcarce, Argentina.

| Cultivares                      | Fecha de siembra        | Cortes | Ca     | Mg     | K      | Fecha de siembra | Cortes | Ca     | Mg     | K       |         |
|---------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
|                                 |                         |        | (% MS) |        |        |                  |        | (% MS) |        |         |         |
|                                 |                         |        | 1997   |        |        |                  |        | 1998   |        |         |         |
| Centeno<br>cv.<br>Tetralal      | 18-03                   | 1      | 0,39 b | 0,14 b | 5,00 a | 05-03            | 1      | 0,47   | 0,12 b | 4,63 a  |         |
|                                 |                         | 2      | 0,42 b | 0,15 b | 3,00 b |                  | 2      | 0,45   | 0,21 a | 4,00 a  |         |
|                                 |                         | 3      | 0,46 a | 0,17 a | 2,40 b |                  | 3      | 0,38   | 0,12 b | 3,33 ab |         |
|                                 | 01-04                   | (*)    | -----  | -----  | -----  | 19-03            | 4      | 0,47   | 0,12 b | 2,35 b  |         |
|                                 |                         | 15-04  | 1      | 0,51 a | 0,20 a |                  | 5,60 a | 1      | 0,45   | 0,17 a  | 6,33 a  |
|                                 |                         |        | 2      | 0,40 b | 0,13 b |                  | 2,50 b | 2      | 0,51   | 0,19 a  | 3,67 b  |
|                                 |                         |        | 3      | 0,37 b | 0,12 b | 2,22 b           | 09-04  | 3      | 0,48   | 0,11 a  | 2,37 b  |
|                                 |                         |        | 23-04  | 1      |        |                  |        | 1      | 0,60   | 0,12 a  | 3,97 a  |
|                                 |                         |        |        | 2      |        |                  |        | 2      | 0,33   | 0,13 a  | 3,00 a  |
|                                 | Avena<br>cv.<br>Cristal | 18-03  | 1      | 0,40 a | 0,16 a | 5,20 a           | 05-03  | 1      | 0,46   | 0,14 a  | 4,47 b  |
|                                 |                         |        | 2      | 0,35 a | 0,16 a | 3,50 b           |        | 2      | 0,40   | 0,11 a  | 6,70 a  |
|                                 |                         |        | 3      | 0,39 a | 0,15 a | 2,80 c           |        | 3      | 0,35   | 0,13 a  | 3,00 bc |
| 01-04                           |                         | (*)    | -----  | -----  | -----  | 19-03            | 4      | 0,46   | 0,12 a | 2,70 c  |         |
|                                 |                         | 15-04  | 1      | 0,57 a | 0,20 a |                  | 6,10 a | 1      | 0,34   | 0,15 a  | 6,43 a  |
|                                 |                         |        | 2      | 0,42 b | 0,14 a |                  | 3,70 b | 2      | 0,35   | 0,15 a  | 5,47 ab |
|                                 |                         |        | 3      | 0,36 c | 0,13 b | 2,50 c           | 09-04  | 3      | 0,39   | 0,15 a  | 4,17 bc |
|                                 |                         |        | 23-04  | 4      |        |                  |        | 4      | 0,43   | 0,13 a  | 2,63 c  |
|                                 |                         |        |        | 1      |        |                  |        | 1      | 0,42   | 0,16 a  | 5,00 a  |
| Raigrás<br>anual<br>cv.<br>Tama |                         | 18-03  | 2      | 0,48 a | 0,18 a | 5,80 a           | 05-03  | 2      | 0,47   | 0,16 a  | 5,57 a  |
|                                 |                         |        | 3      | 0,41 b | 0,14 b | 2,90 b           |        | 3      | 0,38   | 0,15 a  | 6,63 a  |
|                                 |                         |        | (*)    | -----  | -----  | -----            |        | 19-03  | 1      | 0,36    | 0,11 a  |
|                                 | 01-04                   | 1      | 0,39 b | 0,13 b | 2,22 c | 2                | 0,39   |        | 0,15 a | 6,30 a  |         |
|                                 |                         | 2      | 0,42 a | 0,15 a | 5,50 a | 3                | 0,35   |        | 0,14 a | 5,77 a  |         |
|                                 | 15-04                   | 3      | 0,38 a | 0,13 a | 4,40 b | 09-04            | 1      | 0,37   | 0,13 a | 3,80 b  |         |
|                                 |                         | 4      | 0,41 a | 0,13 a | 2,90 c |                  | 2      | 0,46   | 0,16 a | 5,50 a  |         |
|                                 |                         | 23-04  | 1      | 0,29 b | 0,09 b |                  | 2,20 d | 1      | 0,37   | 0,17 a  | 4,00 a  |
|                                 |                         |        |        |        |        |                  |        | 0,39   | 0,22   | 4,00 a  |         |

(\*) Siembra perdida por condiciones de sequía. Para un mismo año, fecha de siembra y cultivar, valores medios con igual letra no difieren ( $p > 0,05$ ).

De acuerdo a Fleming (1983) la concentración de Mg en gramíneas declina abruptamente entre los estados iniciales y medios del crecimiento vegetativo, y esa caída se acentúa especialmente con el desarrollo de los tallos. Dado que el régimen de defoliación impuesto en el presente estudio evitó el desa-

rollo de tallos en todos los materiales, no era de esperar una disminución marcada en los niveles de Mg. Aún así, los valores de Mg registrados en todos los verdeos evaluados muestran que los mismos no cumplirían con los requerimientos de los animales de al menos 0,2%



**FIGURA 1:** Relación K/Ca+Mg (meq/base) en tres verdes de invierno sembrados en diferentes fechas en 1997 y 1998. Balcarce. Nota: línea discontinua (-----) representa el valor de referencia ( $\geq 2,2$ ) para dicha relación indicando riesgo de potencial tetanigénico .

**Figure 1:** K/Ca+Mg (meq/base) ratio of three winter annual forage grasses sowed at different dates in 1997 and 1998. Balcarce. Note: dashed line (-----) means the reference value ( $\geq 2.2$ ) for the ratio indicating risk of tetanigenic potential.

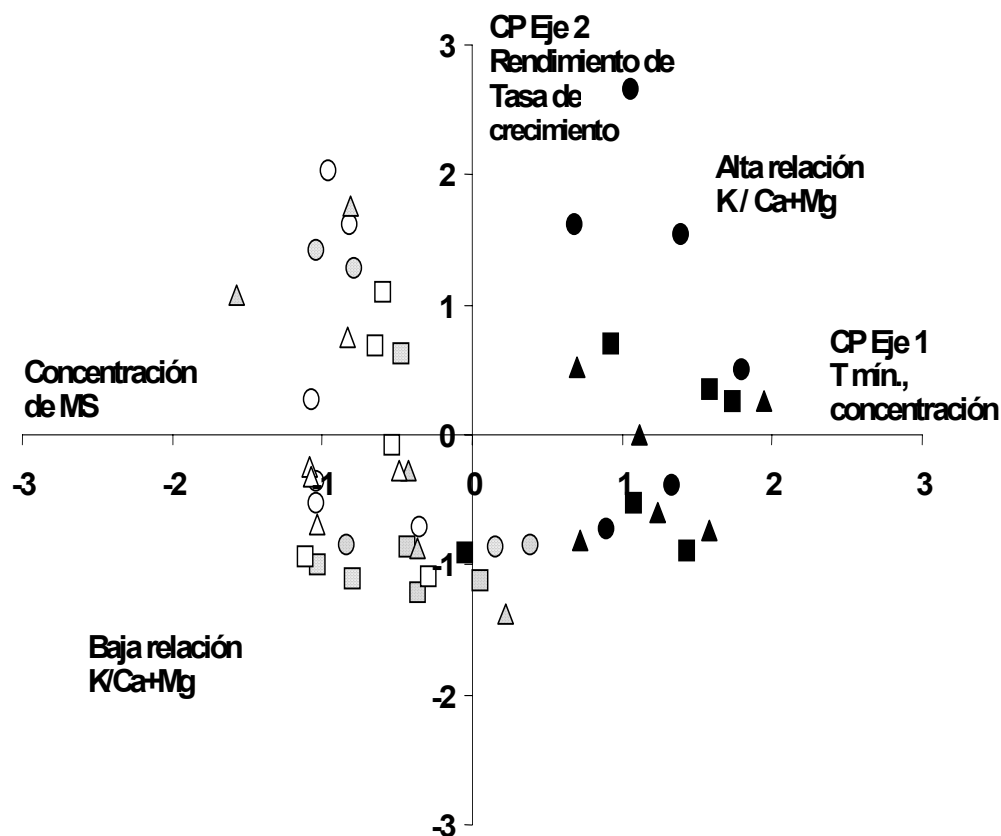
Mg sobre base de MS (Robinson y otros, 1989). Los requerimientos del NRC para el ganado de carne indican que concentraciones de 0,17 a 1,53% de Ca son adecuadas para novillos y vaquillonas en crecimiento y engorde, mientras que concentraciones de 0,43 a 0,77% son adecuadas para vacas lecheras lactantes (McDowell y otros, 1993). Al considerar los

requerimiento de Ca para animales adultos se puede observar que los cultivares evaluados presentan concentraciones más próximas al nivel mínimo que se estima adecuado. Por el contrario, los niveles de K registrados al inicio del período de cortes estuvieron en exceso con respecto a los niveles requeridos por los animales. Recomendaciones para que el K no exceda

el 3% en forraje verde y un valor ligeramente inferior para gramíneas ensiladas o henificadas han sido realizadas para las condiciones de tambos en Holanda (Grunes, 1983) y vacas en lactación en Canadá (Fisher, Dinn, Tait y Sheldford, 1994). De igual forma se ha sugerido que el N no sea superior al 4%, dado que un alto contenido de K y de N en gramíneas promueve la incidencia de hipomagnesemia al inhibir la absorción de Mg (Capen y Rosol, 1989; Fontenot, Allen, Bunce y Goff, 1989). Si bien la información nacional es escasa, en base a antecedentes de valor nutritivo de verdeos de invierno para el sudeste bonaerense (Rosso y Chifflet de Verde, 1987), se puede suponer que la concentración de N de los verdeos evaluados podría haber sido superior al 3% dadas las condiciones particulares del ambiente y el estado fenológico de los verdeos al momento de corte. Como resultado de bajos valores de Mg y altos de K, los valores registrados en la relación K/Ca+Mg fueron altos en gran parte del período otoñal para todos los verdeos evaluados. Esto es coincidente con lo encontrado por Stewart y otros (1981), evaluando trigo de invierno con distintos niveles de fertilización en Reno (USA), quienes registraron valores de 5,5% de K y de 5 meq. básicos para la relación K/Ca+Mg desde mediados hasta fines de otoño. Esos valores, al igual que los valores encontrados en este estudio para ambas variables son similares a los registrados por estos autores y superiores a los indicados en la literatura disponible. Esto indicaría que los materiales evaluados en el presente estudio serían clasificados en otoño como potencialmente muy riesgosos. Corroborando este alto

potencial tetanigénico de los verdeos en el sudeste bonaerense, Brizuela, Passarotti y Cseh (1997) encontraron que un verdeo no tradicional como el tricepiro [*Triticale* (= *Triticum* x *Secale*) x Trigopiro (= *Triticum* x *Thinopyrum*)], presentó en todos los cortes valores de Mg por debajo de lo requerido en la nutrición animal y una relación K/Ca+Mg de características tetanigénicas ( $\$2,2$ ), independientemente del nivel de madurez que las plantas alcanzarán al rebrotar.

Las muestras de material con valores de K/Ca+Mg  $\$ 2,2$  fueron agrupadas por el análisis de Componentes Principales. El eje 1 (CP 1) separó las muestras provenientes de los primeros cortes de todos los verdeos, independientemente de la fecha de siembra y del año, de aquellas provenientes de siembras posteriores (Figura 2). El CP1 (32% de la varianza total, Cuadro 2) mostró un gradiente ambiental, expresado por la temperatura mínima y la precipitación registrada durante los períodos de crecimiento previo al corte, y por la concentración de K. Este eje mostró también un gradiente en el %MS del forraje. Así, al final de períodos con más elevadas temperaturas mínimas y alta precipitación, los primeros cortes se caracterizaron por tener una alta concentración de K y un bajo %MS, expresando dichos forrajes altas relaciones K/Ca+Mg. Estas condiciones ambientales son predominantes a principios de otoño en el sudeste bonaerense, cuando se realiza la primera utilización de los verdeos. Por su parte el eje 2 (CP2, 22% de la varianza) mostró un gradiente asociado principalmente a la respuesta productiva de los cultivares. En su mitad superior se ubicaron



**FIGURA 2:** Diagrama de dispersión de muestras de forraje ( $n=50$ ) de verdeos de invierno para los dos primeros ejes (CP 1 y 2). Valores entre paréntesis indican la proporción de la varianza explicada por cada eje. Códigos: cuadrados: avena, círculos: centeno, triángulos: raigrás anual; símbolos negros: cortes iniciales, grises: cortes intermedios, y blancos: cortes finales.

**Figure 2:** Scatter diagram of forage samples ( $n=50$ ) of winter annual forage grasses for the two first axes (CP 1 and 2). Value between brackets mean the proportion of variance explained for each axis. Codes: squares: oat, circles: rye, triangles: annual ryegrass; black symbols: initial cuts, grey: intermediate cuts, and white: final cuts.

aquellas muestras de forrajes con altos valores de la relación  $K/Ca+Mg$ , y caracterizadas por altas tasas de crecimiento inicial y elevados rendimientos de materia seca. Finalmente el eje 3 (CP3, 13% de la varianza, no presentado) reflejó un gradiente representado principalmente por la longitud de los períodos entre cortes, la tasa de crecimiento de las plantas por uni-

dad de tiempo térmico, y la concentración de Mg.

Al considerar la absorción de minerales por las plantas se ha remarcado la importancia de la interacción entre la concentración de nutrientes y la tasa de crecimiento relativa de las mismas (Grunes, 1983). Desde el punto de vista de la tetania, datos del hemisferio norte



**CUADRO 2:** Valor propio y carga de los tres primeros componentes principales del APC para las variables de concentración de minerales, de clima y de respuesta agronómica de los cultivares de verdeos de invierno evaluados. Balcarce, 1997-1998.

**Table 2:** Eigenvalues and loading on first three principal components from PCA's for mineral concentration, climate and agronomy variables in sampling of annual winter grass cultivars. Balcarce, 1997-1998.

| Variable   | CP 1   | CP 2   | CP 3   |
|--|--------|--------|--------|
| Concentración de Ca                              | 0,538  | 0,363  | 0,010  |
| Concentración de Mg                              | 0,533  | -0,031 | 0,521  |
| Concentración de K                               | 0,726  | -0,198 | 0,147  |
| Contenido MS                                     | -0,687 | 0,233  | -0,191 |
| Días de crecimiento                              | 0,406  | -0,047 | 0,578  |
| Precipitación                                    | 0,764  | 0,015  | -0,320 |
| Rendimiento (kg MS ha <sup>-1</sup> )            | -0,081 | 0,907  | 0,222  |
| Tasa de acumulación inicial                      | -0,311 | 0,861  | -0,152 |
| Tasa de crecimiento por unidad de tiempo térmico | -0,126 | 0,584  | 0,568  |
| Temperatura mínima                               | 0,864  | 0,351  | -0,242 |
| Temperatura máxima                               | 0,564  | 0,433  | -0,460 |
| Valores propios ( <i>Eigenvalues</i> )           | 3,506  | 2,444  | 1,43   |
| Varianza explicada por componente (%)            | 0,318  | 0,222  | 0,13   |

muestran que esta interacción es especialmente importante en primavera temprana, cuando la temperatura se incrementa y los verdeos comienzan a crecer activamente, determinando que la concentración de K pueda incrementarse rápidamente. Un efecto similar de crecimiento acelerado de los verdeos se daría en el sudeste bonaerense donde las condiciones ambientales de principios a mediados de otoño promueven el activo crecimiento de las plantas. Aunque existe una pronunciada susceptibilidad individual a la hipomagnesemia, una alta incidencia de casos de tetania hipomagnésica en el hemisferio norte se registra durante las primeras semanas de la estación de crecimiento primaveral y también esporádicamente en otoño, especialmente con condiciones de humedad y relativamente bajas temperaturas. Por su parte los casos de hipomagnesemia que ocurren en el ganado vacuno durante los meses de invierno se asocian con alimentos de baja calidad y períodos lluviosos, fríos o ventosos cuando se dan altas pérdidas de calor corporal

en los animales (Capen y Rosol, 1989). La baja calidad del alimento se relaciona con una baja concentración de hidratos de carbono fácilmente fermentables y un elevado contenido de celulosa y hemicelulosa. Si bien la mayor incidencia de casos de hipomagnesemia en el sudeste bonaerense ocurren a fines de invierno – principio de primavera (agosto-septiembre), cuando los rodeos de cría se encuentran en su etapa final de gestación y pico de lactancia, un número significativo de casos se registran durante los meses previos (Cseh y Crenovich, 1996). Los casos de ocurrencia se observan tanto en pastizales y pasturas perennes cultivadas, como en verdeos, afectando principalmente a vacas (76%) y en menor medida a vaquillonas, novillos y terneros. La modalidad de siembras tempranas de verdeos a fines de verano (fines de febrero a fines de marzo) para su utilización otoño-invierno-primaveral (mayo a octubre) podrían anticipar la incidencia de casos de tetania en animales susceptibles.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a Robinson y otros (1989) se deberían determinar primero las causas más probables para el desarrollo de la tetania por hipomagnesemia en un lugar y tiempo determinado, previo a la implementación de prácticas de manejo adecuadas para evitar su presentación. Respaldo esta afirmación, los resultados obtenidos en el presente estudio indican que, independientemente del verdeo y de su fecha de siembra, el momento de mayor riesgo potencial sería durante los primeros cortes a mediados de otoño-principio de invierno. Aún cuando, el comportamiento agronómico de los tres cultivos evaluados los hacen recomendables desde el punto de vista de su rendimiento de forraje (Brizuela y otros, 2001), los niveles de la relación K/Ca + Mg tornan crítica su utilización con animales susceptibles de manifestar cuadros de hipomagnesemia, en las condiciones ambientales del sudeste bonaerense e independientemente de la fecha de siembra. Los resultados obtenidos y las condiciones ambientales predominantes en esta región durante la época de mayor utilización de verdeos de invierno permiten inferir que se dan condiciones estacionales predisponentes para la ocurrencia de casos de hipomagnesemia en animales que pastorean verdeos similares a los evaluados en el presente trabajo. En siembra temprana, los niveles de nutrientes involucrados en la aparición de hipomagnesemia determinaron relaciones K/Ca + Mg que superaron o igualaron el valor de referencia (2,2 mEq/base) hasta principios de agosto. Un retraso en la época de siembra no mejoró sustancialmente esa condición sino que además determinó una reducción en el rendimiento de forraje (Brizuela y otros, 2001). En particular los resultados indican que, independientemente de la fecha de siembra, debería tenerse una especial atención con cualquiera de estos verdeos en su primero y segundo período de aprovechamiento, cuando valores muy altos de K elevan la relación K/Ca + Mg a niveles muy peligrosos para que los mismos sean consumidos por los animales.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dra. María Silvia Cid sus comentarios críticos, y a la Lic. Gabriela Cendoya y Adriana Cano por su asistencia en el análisis de los datos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOHMAN, V.R., HORN, F.P., STEWART, B.A., MATHERS, A.C. y GRUNES, D.L. 1983. Wheat pasture poisoning. I. An evaluation of cereal pastures as related to tetany in beef cows. *J. Anim. Sci.* 57:1352-1373.
- BRIZUELA, M.A., DI ROCCO, L. y CID, M.S. 2001. Rendimiento de materia seca, tasa de acumulación inicial y número de cortes de verdeos de invierno en siembras escalonadas en el sudeste bonaerense. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 21:67-79.
- BRIZUELA, M.A., PASSAROTTI, J.M. y CSEH, S.B. 1997. Rendimiento de forraje y valor nutritivo de tricepiro (*Triticum x Secale x Thinopyrum*) con diferente manejo de defoliación. *Rev.-Arg.Prod.Anim.* 17: 385-393.
- CAPEN, C.C. y ROSOL, T.J. 1989. Calcium-Regulating Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism. Capítulo 24. In: J.J- Kaneko (ed.). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4<sup>th</sup> Ed. Academic Press, Inc. 932 p.
- CHERNEY, D.J.R. y ROBINSON, D.L. 1985. Influence of climatic factors and forage age on the chemical components of ryegrass related to grass tetany. *Agron. J.* 77:827-830.
- CRAWFORD, Jr., R.J., MASSIE, M.D., SLEPER, D.A. y MAYLAND, H.F. 1998. Use of an experimental high-magnesium tall fescue to reduce grass tetany in cattle. *J. Prod. Agric.* 11:491-496.
- CSEH, S.B., y CRENOVICH, H. 1996. Hipomagnesemia en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Arch. Med. Vet.* XXVIII, NE 2:111-116.
- FISHER, L.J., DINN, N., TAIT, R.M. y SHELFORD, J.A. 1994. Effect of level of dietary potassium on the absorption and excretion of calcium and magnesium by lactating cows. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 503-509.

- FLEMING, G.A. 1983. Distribution of magnesium among plants and plant parts. In: Fontenot, J.P., Bunce, G.E., Webb jr, K.E. y Allem, V.G. (ed.). Role of magnesium in animal nutrition. Proc. of J.L Pratt International Symposium on the Role of magnesium in animal nutrition. Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, USA.
- FONTENOT, J.P., ALLEN, V.G., BUNCE, G.E. y GOFF, J.P. 1989. Factors influencing magnesium absorption and metabolism in ruminants. J. Anim. Sci. 67:3445-3455.
- GREENE, L.W., FONTENOT, J.P. y WEBB, K.E. 1983. Effect of dietary potassium on absorption of magnesium and other macroelements in sheep fed different levels of magnesium. J. Anim. Sci. 56:1208-1221.
- GRUNES, D.L. 1983. Uptake of Magnesium by Different Plant Species. p. 23-37. In: Fontenot, J.P., Bunce, G.E., Webb jr, K.E. y Allem, V.G. (ed.). Role of magnesium in animal nutrition. Proc. of J.L Pratt International Symposium on the Role of magnesium in animal nutrition. Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, USA.
- GRUNES, D.L. y WELCH, R.M. 1989. Plant contents of magnesium, calcium, and potassium in relation to ruminant nutrition. J. Anim. Sci. 67:3485-3494.
- KEMP, A. y t' HART, M.L. 1957. Grass tetany in grazing milk cows. Neth. J. Agric. Sci. 5:4-17.
- MAYLAND, H.F. y SLEPER, D.A. 1993. Developing a tall fescue for reduced grass tetany risk. P. 1095-1096. In: Hodgson, J. (ed.) Proc. 17<sup>th</sup> Int. Grassl. Congr., Palmerston North, New Zealand. Dunmore Press, Palmerston North, N.Z.
- McCOY, M.A., GOODALL, E.A. y KENNEDY, D.G. 1993. Incidence of hypomagnesemia in dairy and suckler cows in Northern Ireland. Vet. Rec. 132:537.
- McDOWELL, L.R., CONRAD, J.H., HEMBRY, F.G., ROJAS, L.X., VALLE, G. y VELÁSQUEZ, J. 1993. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 2da. Ed. Departamento de Zootecnia, Universidad de Florida. Gainesville, FL, USA. 76 p.
- PERKIN ELMER Co. 1982. Manual de Técnicas Operativas. The Perkin Elmer Corporation. Connecticut. USA 110 p.
- ROBINSON, D.L., KAPPEL, L.C. y BOLING, J.A. 1989. Management practices to overcome the incidence of grass tetany. J. Anim. Sci. 67:3470-3484.
- ROSSO, O.R. y CHIFFLET DE VERDE, S. 1992. Avena: Producción de forraje y utilización en la alimentación de vacunos. Boletín Técnico NE 109. Centro Regional Buenos Aires Sur, INTA, Balcarce, Argentina.
- SLEPER, D.A., VOGEL, K.P., ASAY, K.H. y MAYLAND, H.F. 1989. Using plant breeding and genetics to overcome the incidence of grass tetany. J. Anim. Sci. 67:3456-3462.
- STEWART, B.A., GRUNES, D.L., MATHERS, A.C. y HORN, F.P. 1981. Chemical composition of winter wheat forage grown where grass tetany and bloat occur. Agron. J. 73:337-347.
- SYSTAT Inc. 1985. The system for statistics. Version 1.0. Systat, Inc. USA.