

CARACTERIZAÇÃO MINERAL DE PASTAGENS DA ZONA CENTRO DO PAÍS*

Olga Mafalda Moreira

Departamento de Nutrição e Alimentação
Estação Zootécnica Nacional
2000 SANTARÉM

RESUMO

Caracterizou-se um total de 227 amostras de pastagens naturais, provenientes de 14 microclimas da Zona Centro do País, quanto ao seu teor em alguns macro e microelementos (Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Fe e Zn).

Os resultados foram analisados com a finalidade de:

- 1 — verificar qual a variação de cada um dos elementos minerais em função dos índices utilizados na classificação climática (segundo Thornthwaite);
- 2 — identificar situações de carência ou toxicidade mineral, que poderão afectar os animais em pastoreio e que se manifestarão por baixas de produção. Consideram-se, neste caso, alguns factores que poderão determinar a bio-disponibilidade de cada um dos nutrientes minerais, para o organismo animal e que são determinantes na identificação de tais situações.

Como conclusão, tentou-se dar algumas soluções práticas para corrigir as zonas deficientes nalguns dos elementos determinados.

*Comunicação apresentada na V Reunião de Primavera da SPPF, Alvor, Abril 1984.

ABSTRACT

A total of 227 samples of natural pastures, from 14 different microclimates of the Central part of Portugal, were analysed for some macro and trace elements (Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Fe and Zn).

The results were analysed with two aims:

- 1 — to study the variation of each one of the mineral elements as function of the climatic classification of Thornthwaite;
- 2 — to identify situations of mineral deficiencies or toxicities which could affect the grazing animals and that would be responsible by lower productions. In this case, we considered some factors which would determine the bio-availability of each one of the mineral nutrients to the animals and that are determinants in the identification of such situations.

As conclusion, were tried to suggest some practical solutions to correct some of the observed deficiencies.

1 — INTRODUÇÃO

Os elementos naturais desempenham funções metabólicas importantes em nutrição animal. Ingestões inadequadas destes elementos traduzem-se por perdas económicas consideráveis na produção animal.

Apesar da multiplicidade de factores, que são responsáveis não só pela absorção e utilização dos minerais por parte do animal, como também pelo conteúdo mineral das pastagens, é de grande importância a caracterização das mesmas e a identificação das zonas de carência ou toxicidade mineral, que poderão afectar os animais em pastoreio.

Wilkinson e Lowrey (12) apresentam esquematicamente o ciclo dos nutrientes minerais num ecossistema de pastagens, dando a visão das transferências e transformações que se verificam na complexa cadeia solo - planta - animal. Aquelas são contudo limitadas por um grande número de factores que condicionam o conteúdo mineral da planta e do animal. Underwood (1977) refere que os principais factores que influenciam as concentrações destes nutrientes nas pastagens são: género ou espécie da planta, tipo de solo, condições climáticas ou sazonais durante o crescimento e estado de maturação da planta. No animal temos não só, e de fundamental importância, a capacidade selectiva em pastoreio, como também um conjunto de factores que determinam a biodisponibilidade dos vários elementos minerais, ou seja, o grau em que cada elemento ingerido é absorvido e utilizado pelo animal e que Ammerman

e Goodrich (1) referem como sendo: genótipo, idade, nível de produção, a presença de outros nutrientes, interacção entre elementos minerais e diversas condições ambientais.

Assim, o objectivo deste trabalho foi identificar zonas de carência ou toxicidade mineral da região Centro do País, entre Douro e Tejo, pelo que se caracterizaram pastagens naturais, quanto ao teor em elementos minerais (para o que havia equipamento), como uma tentativa de abordagem de alguns factores atrás referidos, especialmente na área de Nutrição Animal.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se neste trabalho amostras de pastagens naturais, da zona Centro do País (região entre Douro e Tejo), provenientes de solos tipo D e E de 14 estratos diferentes (microclimas), segundo a metodologia descrita por Carmona Belo *et al.* (3), e recolhidas entre Março e Agosto de 1980 e 1981.

Caracterizou-se um total de 227 amostras, quanto aos teores em cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), e zinco (Zn), tendo-se realizado simultaneamente determinações de matéria seca (MS).

O doseamento de P foi feito segundo o método fotométrico descrito pelo O.J.E.C. (10). As determinações dos restantes elementos realizaram-se em espectrofotómetro de absorção atómica, modelo Perkin Elmer 380. Na preparação das amostras para análise espectrofotométrica utilizou-se um método de digestão ácida — HCl+HNO₃ — (11).

O tratamento estatístico dos resultados foi realizado pela Unidade de Estatística da EZN, tendo sido utilizadas análises de variância para elementos individuais, num modelo de ensaio completamente casualizado.

3 — RESULTADOS

Os valores médios das concentrações observadas, de macro e microelementos, nas pastagens caracterizadas encontram-se no quadro 1. Devido ao grande número de amostras, optou-se por apresentar valores médios por microclimas estudados.

QUADRO 1 — Concentrações médias de macro e microelementos em pastagens.

| ESTRATO | N ⁽¹⁾ | % MS | | | | | | | | | |
|---------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|--|--|
| | | Ca | P | Na | K | Mg | Cu | Fe | Zn | | |
| 2121 | 8 | 0,20 ^{ad} | 0,11 ^d | 0,07 ^{bcd} | 1,26 ^{bc} | 0,10 ^{bc} | 5,11 ^{bc} | 163,63 ^{bc} | 310,76 ^c | | |
| 2122 | 9 | 0,53 ^a | 0,27 ^a | 0,05 ^{bcd} | 1,73 ^a | 0,10 ^{bc} | 14,68 ^a | 158,34 ^{bc} | 89,26 ^{cd} | | |
| 2222 | 14 | 0,29 ^{bd} | 0,16 ^c | 0,05 ^{bcd} | 1,52 ^{bc} | 0,16 ^{ab} | 4,79 ^{bc} | 248,50 ^{abc} | 100,27 ^{cd} | | |
| 2321 | 43 | 0,47 ^{ab} | 0,16 ^c | 0,10 ^{bc} | 1,32 ^{bc} | 0,12 ^b | 8,16 ^b | 150,77 ^c | 93,73 ^{cd} | | |
| 2322 | 3 | 0,37 ^{bc} | 0,23 ^{bc} | 0,24 ^{ab} | 1,31 ^{bc} | 0,18 ^a | 2,07 ^{bc} | 188,32 ^{abc} | 113,41 ^{cd} | | |
| 3111 | 10 | 0,19 ^{cd} | 0,16 ^c | 0,12 ^{bc} | 1,08 ^c | 0,13 ^{ab} | 5,65 ^{bc} | 264,64 ^{ab} | 154,67 ^c | | |
| 3112 | 9 | 0,27 ^{cd} | 0,25 ^{ab} | 0,14 ^{bc} | 1,54 ^{abc} | 0,19 ^a | 8,39 ^a | 140,19 ^c | 90,29 ^{cd} | | |
| 3121 | 14 | 0,17 ^{cd} | 0,15 ^{cd} | 0,11 ^{bc} | 1,27 ^{bc} | 0,12 ^b | 8,63 ^b | 282,33 ^a | 153,59 ^c | | |
| 3122 | 12 | 0,37 ^{bc} | 0,29 ^a | 0,02 ^d | 1,66 ^{ab} | 0,17 ^a | 9,66 ^b | 142,94 ^c | 145,65 ^c | | |
| 3211 | 40 | 0,29 ^{cd} | 0,23 ^b | 0,34 ^a | 1,37 ^{bc} | 0,15 ^{bc} | 6,00 ^{bc} | 262,50 ^b | 228,50 ^b | | |
| 3311 | 15 | 0,14 ^d | 0,09 ^d | 0,10 ^{bc} | 0,99 ^c | 0,10 ^{bc} | 2,70 ^{cd} | 133,70 ^c | 35,11 ^{cd} | | |
| 3312 | 11 | 0,19 ^{cd} | 0,13 ^{cd} | 0,11 ^{bcd} | 1,05 ^c | 0,08 ^{bc} | 6,74 ^{bc} | 157,89 ^{abc} | 39,60 ^{cd} | | |
| 4211 | 29 | 0,19 ^{cd} | 0,16 ^c | 0,21 ^b | 1,28 ^{bc} | 0,14 ^{bc} | 7,11 ^b | 180,23 ^{abc} | 128,28 ^c | | |
| 4311 | 10 | 0,15 ^d | 0,10 ^d | 0,16 ^{bc} | 0,64 ^d | 0,11 ^c | 10,01 ^a | 58,52 ^d | 93,78 ^{cd} | | |

⁽¹⁾ Número de observações.

Nota: Médias nas colunas com letras diferentes são significativamente diferentes (P < 5%).

Como o objectivo era estabelecer zonas de carência ou toxicidade, recorreu-se a tabelas de necessidades (1, 7) que se utilizaram como um padrão para comparação dos valores obtidos. No quadro 2, representam-se as necessidades, para ovinos e bovinos, compiladas das referidas tabelas.

QUADRO 2 — Necessidades minerais para bovinos e ovinos.

| | Ca | P | Na | K | Mg | Cu | Fe | Zn |
|---------|---------------------|---------------------|------|-----------|-----------|--------|--------|-------|
| | %MS | | | | | ppm Ms | | |
| Bovinos | 0,20 ⁽¹⁾ | 0,20 ⁽¹⁾ | 0,25 | 0,60-0,80 | 0,07-0,20 | 10 | 100-50 | 15-30 |
| Ovinos | 0,60 ⁽²⁾ | 0,30 ⁽²⁾ | 0,25 | 0,50 | 0,12-0,14 | 5 | 30 | 27-48 |

⁽¹⁾ Novilho de 400 kg em manutenção

⁽²⁾ Ovinos de 40 kg em manutenção (♂ e ♀ não lactantes)

O quadro 3 dá uma visão global de repartição das pastagens naturais caracterizadas por quatro classes (inferior, óptima, superior e nível máximo de tolerância) estabelecidas a partir dos valores de necessidades que se apresentam no quadro 2.

QUADRO 3 — Repartição das concentrações minerais segundo as necessidades.

| | Inferior | Óptima | Superior | Limite máximo ⁽¹⁾ de tolerância | |
|-----------|----------|--------|-----------|---|-----------|
| %MS | Ca | < 0,20 | 0,20-0,60 | > 0,60 | 2,00 |
| | P | < 0,20 | 0,20-0,30 | > 0,30 | 0,60-1,00 |
| | Na | < 0,25 | 0,25 | > 0,25 | 9,00 |
| | K | < 0,50 | 0,50-0,80 | > 0,80 | 3,00 |
| | Mg | < 0,07 | 0,07-0,20 | > 0,20 | 0,50 |
| ppm MS | Cu | < 5 | 5-10 | > 10 | 25-100 |
| | Fe | < 30 | 30-100 | > 100 | 500-1000 |
| | Zn | < 15 | 15-48 | > 48 | 300-500 |

⁽¹⁾ Kears (7)

Os gráficos 1 e 2 dão uma ideia da variação, entre os meses de Março e Agosto, respectivamente, para macro e microelementos.

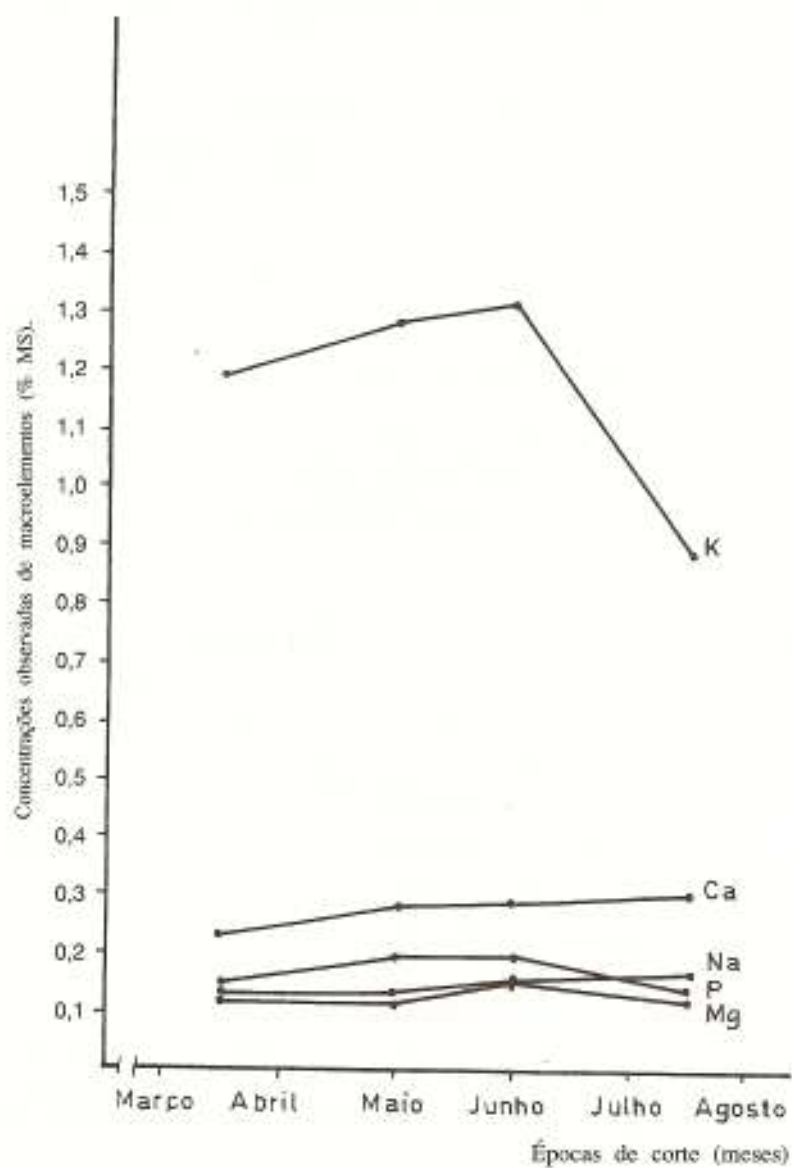


GRÁFICO 1 — Variação da concentração de macroelementos com a época de corte.

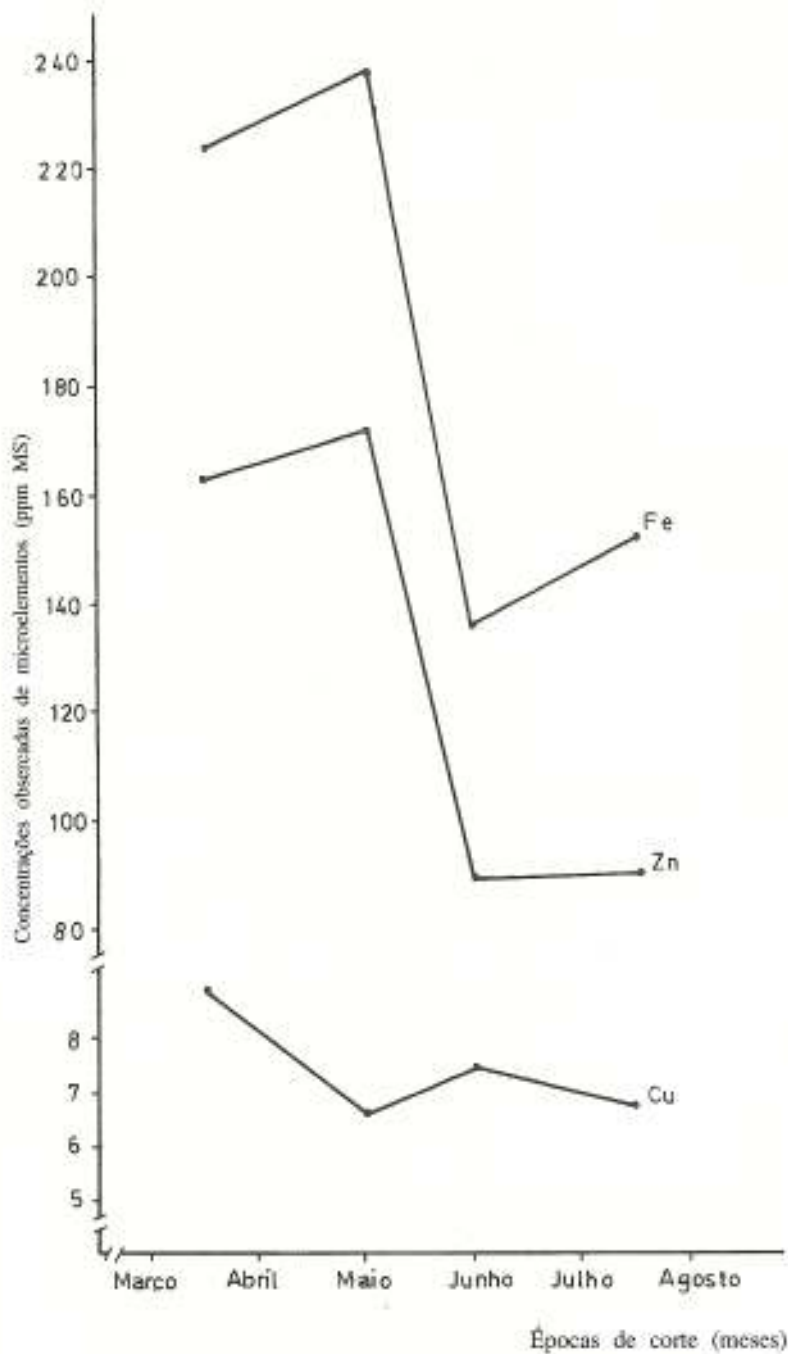
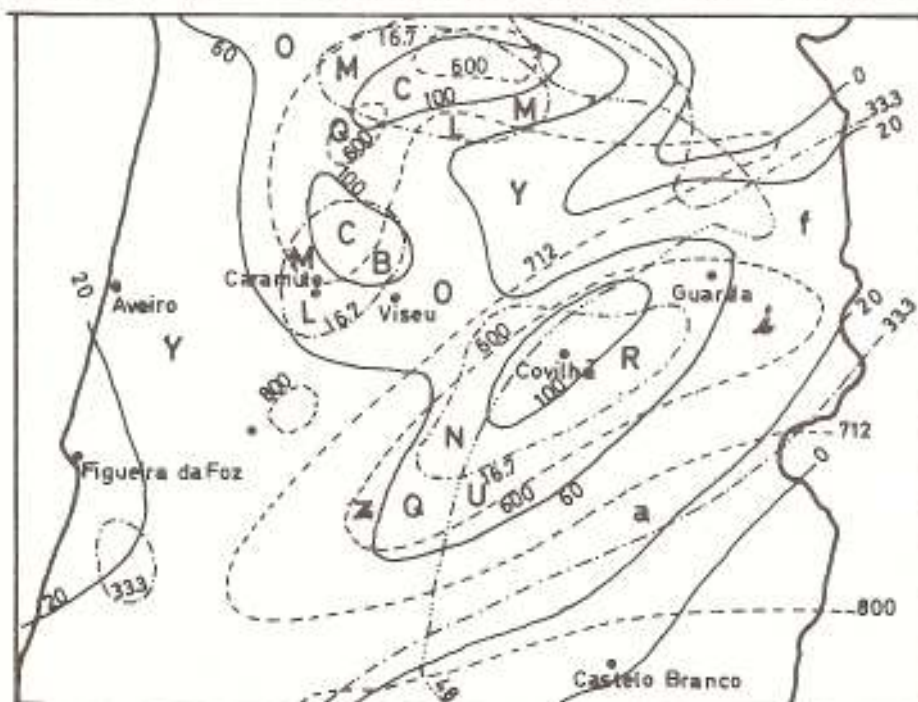


GRÁFICO 2 — Variação da concentração de microelementos com a época de corte.

Nos mapas 1 a 4 apresenta-se a área abrangida no estudo, dando uma ideia do estado mineral de cada estrato caracterizado, relativamente às necessidades dos ruminantes.

MAPA 1 — Região Centro do País (entre Douro e Tejo) — Estratificação climática.



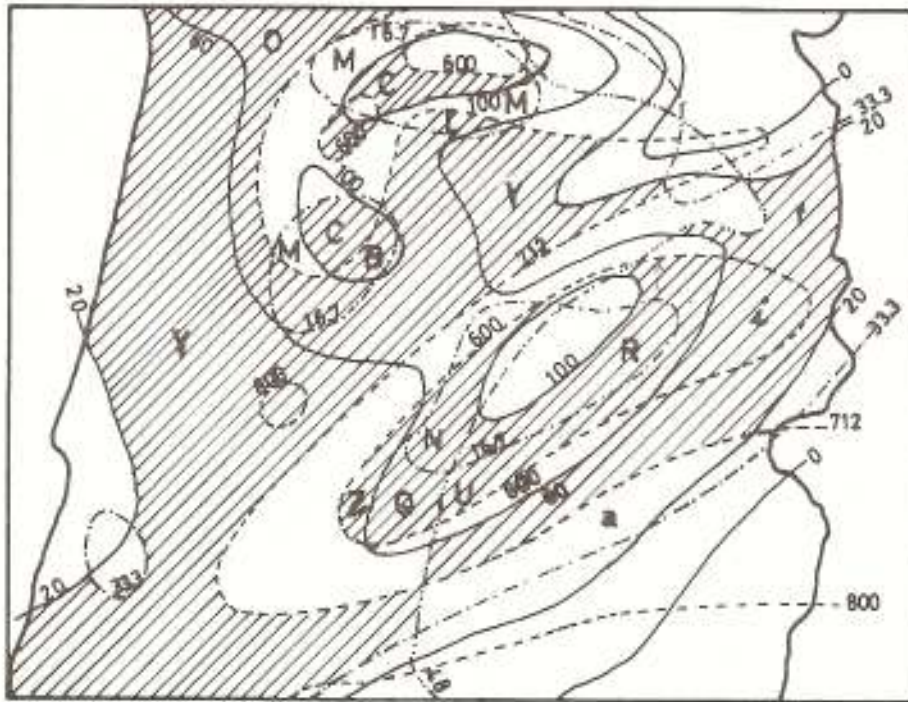
Parâmetros de estratificação:

- Índice hídrico
- Índice de evapotranspiração
- Eficácia térmica no Verão
- . - . Índice de aridez

Zonas deficientes

| | | | |
|----------|-------------------------|----------|-----------------------------|
| 2122 (i) | } deficiência em Na | 3111 (N) | } deficiência em Na, Ca e P |
| 3212 (R) | | 3311 (L) | |
| 3122 (U) | | 3312 (O) | |
| | 4211 (C) | | |
| | 4311 (B) | | |
| 2121 (z) | } deficiência em Na e P | 2333 (a) | } deficiência em Cu |
| 2222 (f) | | 3311 (L) | |
| 2321 (y) | | | |
| 3121 (Q) | | | |

MAPA 2 — Zonas deficientes em sódio.

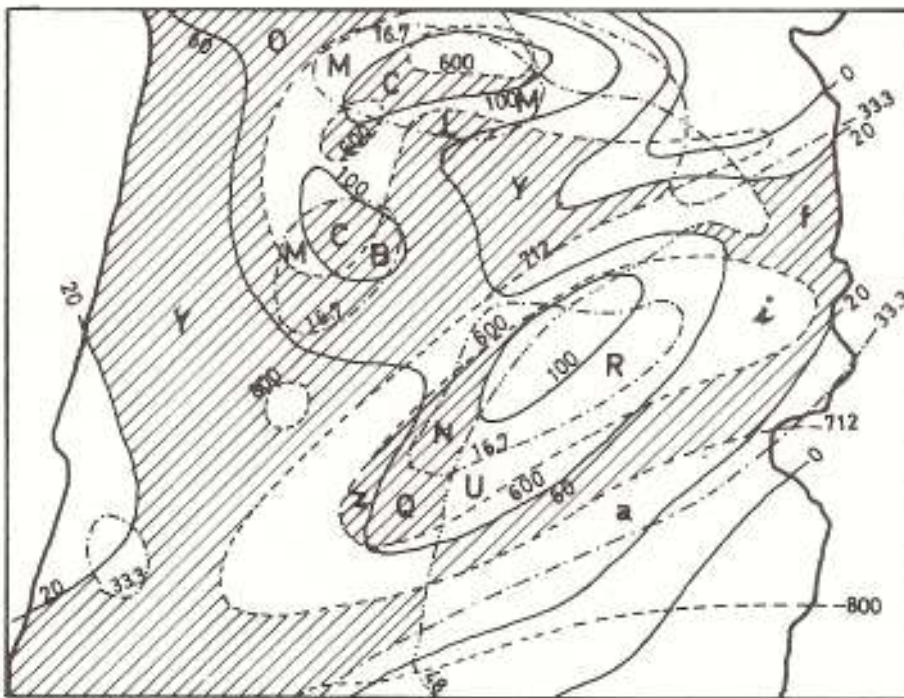


Parâmetros de estratificação:
 ————— Índice hídrico
 - - - - - Índice de evapotranspiração
 - . - . - Eficácia térmica no Verão
 Índice de aridez

Zonas deficientes

| | | | |
|----------|-------------------------|----------|-----------------------------|
| 2122 (i) | } deficiência em Na | 3111 (N) | } deficiência em Na, Ca e P |
| 3212 (R) | | 3311 (L) | |
| 3122 (U) | | 3312 (O) | |
| | 4211 (C) | | |
| | 4311 (B) | | |
| 2121 (x) | } deficiência em Na e P | 2333 (a) | } deficiência em Cu |
| 2222 (f) | | 3311 (L) | |
| 2321 (y) | | | |
| 3121 (Q) | | | |

MAPA 3 — Zonas deficientes em fósforo.



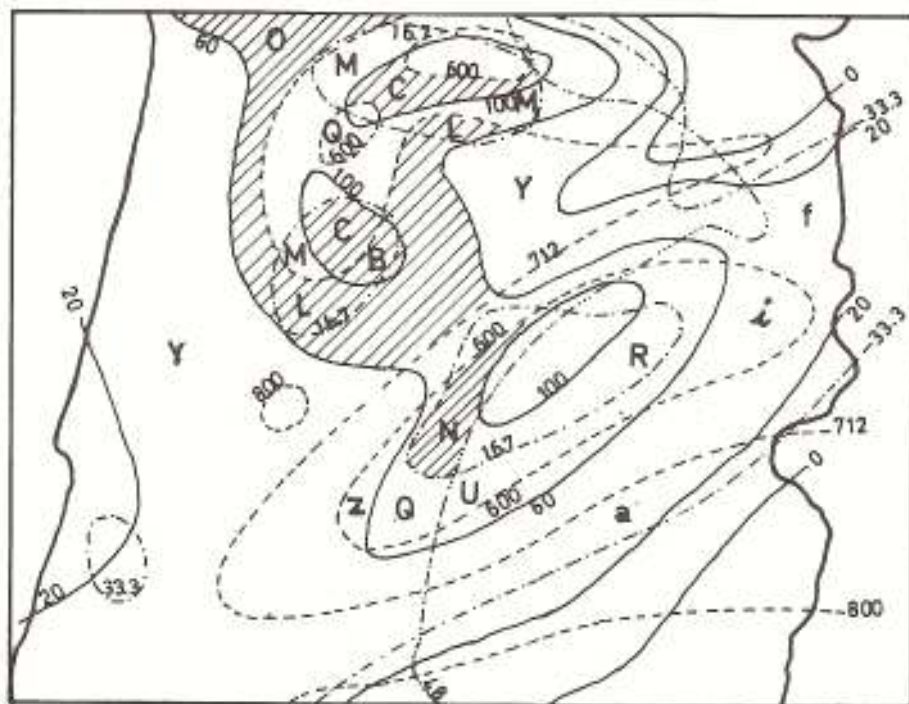
Parâmetros de estratificação:

- Índice hídrico
- Índice de evapotranspiração
- - - - - Eficácia térmica no Verão
- · · · · Índice de aridez

Zonas deficientes

| | | | |
|----------|-------------------------|----------|-----------------------------|
| 2122 (i) | } deficiência em Na | 3111 (N) | } deficiência em Na, Ca e P |
| 3212 (R) | | 3311 (L) | |
| 3122 (U) | | 3312 (O) | |
| | 4211 (C) | | |
| | | 4311 (B) | |
| 2121 (z) | } deficiência em Na e P | 2333 (a) | } deficiência em Cu |
| 2222 (f) | | 3311 (L) | |
| 2321 (y) | | | |
| 3121 (Q) | | | |

MAPA 4 — Zonas deficientes em cálcio.



Parâmetros de estratificação:

- Índice hídrico
- Índice de evapotranspiração
- Eficácia térmica no Verão
- Índice de aridez

Zonas deficientes

| | | | |
|----------|-------------------------|----------|-----------------------------|
| 2122 (i) | } deficiência em Na | 3111 (N) | } deficiência em Na, Ca e P |
| 3212 (R) | | 3311 (L) | |
| 3122 (U) | | 3312 (O) | |
| | 4211 (C) | | |
| | 4311 (B) | | |
| 2121 (z) | } deficiência em Na e P | 2333 (a) | } deficiência em Cu |
| 2222 (f) | | 3311 (L) | |
| 2321 (y) | | | |
| 3121 (Q) | | | |

No esquema 1 apresenta-se a codificação dos diferentes índices utilizados na classificação climática e no esquema 2 a referente aos microclimas.

ESQUEMA 1 — Classificação climática de Thornthwaite.

— Índice hídrico

| | | |
|----------------|----------|---------------------|
| A | — > 100 | — Super húmido |
| B ₃ | — 60-100 | — Húmido |
| B ₁ | — 20-60 | — Pouco húmido |
| C ₃ | — 0-20 | — Sub-húmido-húmido |

— Índice de evapotranspiração

| | | |
|-----------------|-----------|----------------|
| B' ₃ | — > 800 | — Mesotérmico |
| B' ₂ | — 712-800 | — Mesotérmico |
| B' ₁ | — 600-712 | — Mesotérmico |
| C' ₂ | — < 600 | — Microtérmico |

— Eficácia térmica no Verão

| | | |
|-----------------|--------|---------------|
| a | — < 48 | — Continental |
| b' ₄ | — > 48 | — Atlântico |

— Índice de aridez

| | | |
|----------------|-------------|--------------------|
| r | — < 16,7 | — déficit nulo |
| s | — 16,7-33,3 | — déficit moderado |
| s ₃ | — > 33,3 | — déficit grande |

| Tipo climático | Códigos factoriais | Locais de amostragem |
|---|--------------------|---|
| B ₁ C ₂ sa | 2121 (z) | Selada do Mucilhão; N. Sr. ^a das Precas |
| B ₁ C ₂ sb ₄ | 2122 (i) | Rapola do Coa |
| B ₁ B ₁ sb ₄ | 2222 (f) | Vilar Formoso, Terreiro das Bruxas |
| B ₁ B ₂ sa | 2321 (y) | Rãs, Coimbra-Condeixa-Jeneanes, Cantanhede, Tomar, Serro Ventoso |
| B ₁ B ₂ sb ₄ | 2322 (a) | Penamacor, Tinalhas, Sobral do Campo, Castelo Branco |
| B ₃ C ₂ ra | 3111 (N) | Aldeia das Dez, Soito da Ruiva |
| B ₃ C ₂ rb ₄ | 3112 (Q) | Covilhã |
| B ₃ C ₂ sa | 3121 (R) | Arada, Selada das Eiras |
| B ₃ C ₂ sb ₄ | 3122 (U) | Guarda |
| B ₃ B ₁ ra | 3211 (M) | Fermentões, Talhadas |
| B ₃ B ₂ ra | 3311 (L) | Vila Nova de Paiva, Fráguas, Murtazel, Teixa, Caramulo, Caramulinho |
| B ₃ B ₂ sa | 3312 (O) | N. Sr. ^a do Castro, Viseu, Fiais da Telha, Carregal do Sal |
| A B ₂ ra | 4211 (B) | Penoita S. Joaquinho, Picão Peredilha |
| A B ₁ ra | 4311 (C) | Vilar de Besteiros, Fráguas |

4 — DISCUSSÃO

Pela análise do quadro 1 verifica-se existirem diferenças significativas ($P < 5\%$) nas concentrações de macro e microelementos, relativamente aos diferentes microclimas. Pela análise da variação das concentrações minerais em função de cada um dos índices utilizados na classificação climática, verificou-se que: o índice hídrico afectava significativamente ($P < 5\%$) as concentrações de Ca nas pastagens; o índice de aridez influenciava significativamente ($P < 5\%$) as concentrações de Ca e K; o P e o K estavam significativamente dependentes ($P < 5\%$) da eficácia térmica no Verão, não sendo nenhum elemento afectado pelo índice de evapotranspiração.

Contudo, não se pode esquecer a importante relação solo-planta, como determinante da concentração mineral das pastagens. Uma análise de solos seria de fundamental importância na interpretação e discussão dos teores minerais encontrados; porém, não foi possível realizar aquele tipo de análises,

devido a este ter sido integrado num trabalho em curso, e com uma metodologia já estabelecida (3).

Pela análise do gráfico 1 verifica-se que, à excepção do potássio, as concentrações de macroelementos nas pastagens não são praticamente afectadas pela data de corte. Para o K verificam-se maiores concentrações na Primavera que no Verão, o que está de acordo com o referido por Gavillon e Quadros (1969).

Quanto à variação das concentrações de microelementos verifica-se uma tendência comum que se manifestou por um declínio durante a Primavera e que foi mais acentuado no caso do Fe e do Zn (gráfico 2).

Quanto aos valores que se apresentam no quadro 2, é de salientar que representam necessidades num sentido lato, pois estão sujeitos a variação não só devido aos factores referidos por Ammerman e Goodrich (2), que condicionam a absorção e utilização dos elementos minerais no animal, como também ao tipo de produção que se pretende.

Esse quadro serviu-nos para estabelecer e identificar as situações de carência ou toxicidade, após se terem subdividido as amostras por classes (quadro 3). Assim, consideraram-se na classe inferior, e analisando os elementos individualmente, as pastagens cujas concentrações não satisfaziam minimamente as necessidades animais. Segundo Lamand e Bellanger (8), estar-se-ia perante uma carência do tipo primário, devida ou ao solo ser muito pobre em minerais, limitando a produção de pastagens, elas próprias carenciadas, ou a um bloqueio a nível do solo, que conduzirá a resultados semelhantes. Por outro lado, uma pastagem com concentrações dentro dos níveis óptimos poderá estar sujeita a interferências, ou conter minerais numa forma pouco disponível, conduzindo a uma carência secundária nos animais em pastoreio. Estes dois tipos de carência traduzem-se por uma diminuição da produtividade, acompanhada, no caso das carências confirmadas, de sintomas clínicos e de modificação de constantes bioquímicas (plasmas, fígado, etc.).

Na classe óptima, consideraram-se as pastagens que satisfaziam as necessidades de ovinos e bovinos e na classe superior incluíram-se pastagens com concentrações acima das necessidades, podendo também satisfazê-las, desde que abaixo do nível máximo de tolerância no qual se estaria já em presença de sintomas clínicos ou mesmo de casos letais. Quanto aos valores observados e que se incluíram no nível máximo de tolerância, eles são pontuais e em número reduzido. Pensa-se serem devidos a contaminação das caixas onde se procedeu à recolha de amostras.

Relativamente à disponibilidade dos nutrientes minerais para os animais, Braithwaite e Riazudin (4) referem que o Ca é menos disponível para carneiros adultos do que para borregos em crescimento, concluindo que aqueles apenas absorvem suficiente Ca para manterem o equilíbrio. Buttler e Jones (6) referem que o P nas pastagens parece ser mais disponível que o Ca, enquanto que o Mg se encontra praticamente não disponível para ovinos e bovinos. O Na nas pastagens apresenta um valor de disponibilidade aparente de cerca de 85%. Bremner (5) refere que outro factor muito importante é a formação de complexos entre microelementos e ligantes orgânicos no tubo digestivo do ruminante, que irão também limitar a disponibilidade daqueles nutrientes. Há, por exemplo, o caso da formação de um complexo Cu-Mo, que não é disponível, sendo excretado nas fezes (9).

Por último, identificaram-se, nos mapas 1 a 4, as zonas quanto às concentrações de macro e microelementos que se apresentam (quadro 1) com base nas classes estabelecidas (quadro 3).

Assim, relativamente a deficiências do tipo primário identificam-se os seguintes microclimas:

2122 (i), 3112 (R) e 3122 (U) — deficiência Na

2121 (z); 2222 (f); 2321 (y) e 3121 (Q) — deficiência em Na e P

3111 (N); 3311 (L); 3312 (O); 4211 (C); 4311 (B) — deficiência em Na, Ca e P

2322 (a) e 3311 (L) — deficiência em Cu

Estabeleceram-se no mapa 1 manchas correspondentes a estas deficiências e constatou-se que abrangiam zonas contíguas. Verificou-se também que as deficiências se referiam mais a macroelementos do que a microelementos, dos quais só se detectou deficiência em cobre em 2 microclimas.

Pela análise global, observou-se que as pastagens caracterizadas satisfazem as necessidades em K, Mg, Fe e Zn, sendo o Na o elemento mais deficiente (mapa 2), seguido pelo P (mapa 3) e pelo Ca (mapa 4).

5 — CONCLUSÕES

Depois de tudo o que se referiu, pensa-se que o principal problema é a existência de zonas deficientes em alguns elementos minerais, relativamente às necessidades dos animais em pastoreio. Deve-se pois pensar qual será o

melhor correctivo mineral a utilizar, tendo em conta as condições económicas de produção que o irão condicionar qualitativa e quantitativamente.

Pensa-se que a nível de região poderão ser utilizados ou métodos indirectos, nomeadamente fertilizantes, ou métodos directos dos quais se julga que o mais viável seja a utilização de blocos minerais que irão corrigir as deficiências verificadas.

Pensa-se que este último correctivo seja mais viável que a utilização de fertilizantes, pois, por um lado, as zonas caracterizadas são de difícil acesso e, por outro, poderiam causar desequilíbrios no ciclo dos minerais no ecossistema das pastagens, limitando a disponibilidade destes nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — AGRICULTURAL RESEARCH CENTER — *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. England, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980.
- 2 — AMMERMAN, C. B.; GOODRICH, R. D. — "J. of Anim. Sci.", vol. 57, 1983, p. 519.
- 3 — BELO, C. CARMONA; CAMPOS, A.; CARVALHO, J. VACAS DE — *Inquérito sobre a Capacidade Produtiva de Pastagens Naturais do Centro do País*. Vale de Santarém EZN, 1984. (Policopiado).
- 4 — BRAITHWAITE, G. D.; RIAZUDIN, S. — "Br. J. Nutr.", vol.26, 1971, p. 215.
- 5 — BREMNER, I. — In: MILLS, C. F. — "Trace Elements Metabolism in Animals". Edinburg and London, S. & L. Livingstone, 1970, p. 366.
- 6 — BUTLER, G. W.; JONES, D. I. H. — In: BUTLER, G. W.; BAILEY, R. W. — "Chemistry and Biochemistry of Herbage". London and New York, Academic Press, 1973, vol.2, p. 127.
- 7 — KEARL, C. L. — *Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries*. INFIC, 1982.
- 8 — LAMAND, M.; BELLANGER, J. — In: "Prévision de la Valeur Nutritive des Aliments des Ruminants", Versailles, INRA, 1981, p. 203.
- 9 — MATRONE, G. — In: MILLS, C. F. — "Trace Elements Metabolism in Animals", Edinburg and London, S & L. Livingstone, 1970, p. 354.
- 10 — "Official Journal of the European Communities", n.º. 1. 279/7, 1971, p. 994.
- 11 — ROUSSELET, F. — Comunicação Pessoal. 1980.
- 12 — WILKINSON, S. R.; LOWREY, R. W. — In: BUTLER, G. W.; BAILEY, R. W. — "Chemistry and Biochemistry of Herbage". London and New York, Academic Press, 1973, vol.2, p. 247.