

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE UMA CONSOCIAÇÃO DE AVEIA × ERVILHACA NUM ENSAIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE MOBILIZAÇÃO DO SOLO*

Maria da Graça Gonçalves
Maria Amélia Castelo Branco
Manuel Luís Fernandes
João Alcino Marçal
Estação Agronómica Nacional
Quinta do Marquês
2780 OEIRAS

RESUMO

Neste trabalho apresentam-se os resultados referentes à composição química de uma consociação de *Avena sativa* cv. Avon × *Vicia villosa* cv. Caria, obtida num único corte no primeiro ano de um ensaio comparativo de 9 tipos de mobilização do solo. Estima-se, aproximadamente, o valor energético da forragem. Relacionam-se os teores de proteína bruta e de alguns macronutrientes com as necessidades do gado leiteiro. Analisam-se, também, alguns dados de composição florística da forragem.

O ensaio foi realizado num Aluviossolo Moderno Não Calcário da Quinta dos Lamaçais (Caria - Cova da Beira). Os tratamentos de mobilização do solo, efectuados na preparação da cama de sementeira, foram os seguintes: 1 – subsolagem + lavoura normal + gradagem; 2 – subsolagem + escarificação; 3 – sub-

* Comunicação apresentada na XII Reunião de Primavera da SPPF. Monte Gordo, Abril 1991.

solagem; 4 – lavoura profunda + lavoura normal + gradagem; 5 – lavoura profunda + escarificação; 6 – lavoura profunda; 7 – lavoura normal + gradagem; 8 – escarificação; 9 – mobilização mínima.

A matéria seca da consociação foi constituída, predominantemente, pelas espécies semeadas, sendo, porém, fraca a representação da leguminosa. As características químicas da forragem (proteína bruta, gordura bruta, extractivos não azotados, fibra bruta, cinzas, azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio), bem como o valor energético (UF) e as exportações de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e Na) não se mostraram, neste ano de ensaio, significativamente diferentes com os tratamentos. Contudo, o tratamento de subsolagem + escarificação promoveu exportações de nutrientes relativamente mais elevadas, sendo as menores registadas sob mobilização mínima. À excepção dos teores de proteína bruta da consociação colhida nos tratamentos 1 e 2, a forragem apresentou teores de proteína bruta inferiores a 9%, valor recomendado para manutenção do gado bovino. Também os teores de fósforo, cálcio e magnésio foram relativamente baixos face às necessidades do gado leiteiro e, pelo contrário, os teores de potássio e de sódio e as relações Ca/P e K/Ca + Mg mostraram-se adequados.

PALAVRAS-CHAVES: Composição química; Consociação aveia × ervilhaca; Exportação de nutrientes; Mobilização do solo.

ABSTRACT

The chemical composition of a mixed crop *Avena sativa* cv. Avon × *Vicia villosa* cv. Caria obtained in the first year of a comparative experiment of 9 types of soil tillage is presented. The nutritive value of the forage is nearly evaluated. The crude protein and some macronutrient contents are related to the dairy cattle requirements. Some floristic composition data are also examined.

The experiment was carried out on a Dystric Fluvisol (FAO/UNESCO) of "Quinta dos Lamaçais" (Eastern center of Portugal). The treatments of soil tillage were the following: 1 – subsoiling + conventional plowing + harrowing; 2 – subsoiling + chisel plowing; 3 – subsoiling; 4 – deep plowing + conventional plowing + harrowing; 5 – deep plowing + chisel plowing; 6 – deep plowing; 7 – conventional plowing + harrowing; 8 – chisel plowing; 9 – minimum tillage.

The dry matter of the forage was mainly composed by the sown species, although the vetch percentage was low. Regarding to the characteristics of the forage (crude protein, crude fat, nitrogen free extractives, crude fibre, ash, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium), as well as the nutritive value (UF) and the nutrient uptake, no significant differences between treatments of soil tillage were observed. However, subsoiling + chisel plowing promoted relatively higher N, P, K, Ca, Mg and Na uptake, being the lowest nutrient uptake found under minimum tillage. With the exception of the forage obtained under treatments 1 and 2, the crude protein contents of the forage were lower than 9%, value prescribed for the maintenance of the beef cattle. The phosphorus, calcium

and magnesium concentrations were also low as regards to the dairy cattle needs. On the contrary, the potassium and sodium contents and the Ca/P and K/Ca + Mg relationships were adequate.

KEYWORDS: Chemical composition; *Avena sativa* × *Vicia villosa*; Nutrient uptake; Soil tillage.

1 — INTRODUÇÃO

Entre os factores de que dependem as exigências nutritivas das forragens e, conseqüentemente, a sua composição química e valor alimentar, assume grande importância o nível de disponibilidade de nutrientes no solo, condicionando o complexo equilíbrio da nutrição mineral das plantas e do metabolismo dos animais a que estas se destinam (6). Outros factores, como a espécie vegetal, a composição específica da mistura de espécies (no caso das consociações de gramíneas com leguminosas), o estado de desenvolvimento fenológico das plantas na altura do corte e as condições climáticas da região (temperatura, precipitação, insolação) influenciam, também, a composição química das forragens (8).

Como é do conhecimento geral, a disponibilidade dos nutrientes das plantas no solo pode ser modificada por algumas técnicas culturais, como a fertilização. No entanto, em relação à preparação da cama de sementeira, existe, ainda, reduzida informação sobre os efeitos que diferentes tipos de técnicas de mobilização do solo possam promover na utilização dos nutrientes pelas culturas, avaliados por parâmetros como o nível de produção ou a composição química das produções (20).

Assim, no referente à cultura das forragens, apenas se conhece, no País, um estudo comparativo de três tipos de mobilização do terreno (gradagem, escarificação e mobilização nula), realizado num solo Mediterrâneo Pardo do Alentejo (5). Neste estudo, avaliaram-se as produções e a composição florística de uma consociação aveia × ervilhaca.

No âmbito do Programa Agrimed iniciou-se, em 1988, um ensaio comparativo de nove modalidades de mobilização do solo, incluindo a mobilização mínima, no qual se pretende estimar os efeitos dos diferentes tipos de mobilização nas produções de duas culturas sequenciais, uma de Outono-Inverno (consociação aveia × ervilhaca) e outra de Primavera-Verão (milho grão), e na evolução de algumas características do solo. Este ensaio foi implantado num Aluviossolo Moderno Não Calcário (7) da Quinta dos Lamaçais (Caria - Cova da Beira). Alguns resultados do primeiro ano do ensaio referentes

às produções das duas culturas e a alguns dados do solo foram apresentados anteriormente (10, 19). Neste trabalho tecem-se algumas considerações sobre a composição bromatológica e mineral da consociação de aveia × ervilhaca obtida no primeiro ano. Apreciam-se, também, as exportações pela forragem de alguns nutrientes.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal sobre que incidiu esta apreciação foi colhido num ensaio de blocos casualizados com 9 tratamentos de mobilização do solo e 3 repetições. A área de cada talhão foi de 225 m² (15 × 15m).

Os tratamentos de mobilização do solo foram as seguintes:

- 1 – subsolagem + lavoura normal + gradagem;
- 2 – subsolagem + escarificação;
- 3 – subsolagem;
- 4 – lavoura profunda + lavoura normal + gradagem;
- 5 – lavoura profunda + escarificação;
- 6 – lavoura profunda;
- 7 – lavoura normal + gradagem;
- 8 – escarificação;
- 9 – mobilização mínima.

Antes da sementeira da consociação procedeu-se a uma adubação, semelhante em todos os talhões, com 40 kg.ha⁻¹ de N, sob a forma de nitrato de amónio 20,5%, 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, sob a forma de superfosfato 18% e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O, sob a forma de cloreto de potássio 60%. A densidade de sementeira da mistura de espécies da consociação foi de 60 kg.ha⁻¹ de *Avena sativa* cv. Avon e de 40 kg.ha⁻¹ de *Vicia villosa* cv. Caria. A sementeira foi efectuada a lanço, seguindo-se uma gradagem muito superficial. A data da sementeira coincidiu com a primeira quinzena de Dezembro de 1988.

A estimativa da percentagem da leguminosa na consociação foi efectuada imediatamente antes do corte da forragem, através da colheita de amostras em cada talhão (duas áreas de 20 × 30 cm), procedendo-se, em seguida, à separação das componentes (aveia, ervilhaca e infestantes), à contagem de plantas e à determinação da matéria seca.

O corte da forragem foi executado na segunda quinzena de Maio de 1989, em plena floração da leguminosa e na altura do estado pastoso do grão da

aveia. Da área útil de cada talhão (14 × 14 m) colheram-se amostras compostas da forragem (cerca de 1 kg) para efeito da determinação da produção de matéria seca e posterior análise química.

O material vegetal foi seco a 50° C, durante 48 horas, pesado e moído (crivo de 1 mm). Nas amostras moídas efectuaram-se as determinações da percentagem de matéria seca e das percentagens na matéria seca de proteína bruta, gordura bruta, fibra bruta, cinzas, extractivos não azotados, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio, pelos métodos descritos por Santos (17), em rotina no Departamento de Química da EAN. Em síntese, os métodos utilizados foram os seguintes:

- matéria seca — secagem em estufa a 100-105° C até peso constante;
- proteína bruta — determinação da percentagem de azoto total pelo método de Kjeldhal, usando selénio como catalisador e utilização do factor 6,25;
- gordura bruta — extracção da gordura por éter etílico em aparelho de Soxhlet;
- fibra bruta — tratamento sucessivo da amostra por ácido sulfúrico e soda cáustica 1,25%.
- cinzas — incineração da amostra em mufla a 550° C;
- extractivos não azotados — diferença para 100 da soma dos restantes constituintes;
- fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio — mineralização da amostra por via seca e dissolução do resíduo por ácido sulfúrico a 20%.

O fósforo foi doseado colorimetricamente pelo método do fosfovanadato de amónio, o potássio e o sódio por fotometria de chama e o cálcio e o magnésio por espectrofotometria de absorção atómica.

Efectuou-se, ainda, o cálculo do valor energético da forragem, expresso em unidades forrageiras de engorda (UFe), usando o método de Kellner modificado por Mollgard na determinação do equivalente amido, conforme descrito por Sauvart (18).

Os dados de composição química, de valor energético e de exportação de nutrientes foram submetidos a análise estatística.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 apresentam-se as percentagens na matéria seca da mistura de aveia e ervilhaca e da ervilhaca, colhidas antes do corte da forragem, bem

como o número de plantas de aveia e da ervilhaca correspondentes aos vários tratamentos de mobilização do solo. Os valores referem-se à área de amostragem de 0,06 m² e são médias aritméticas das três repetições do ensaio.

QUADRO 1 — Número de plantas de aveia e de ervilhaca na consociação e percentagens na matéria seca da mistura de espécies e da leguminosa.

| Tratamentos de mobilização do solo | Matéria seca (%) | | Número de plantas (0,06 m ²) | |
|------------------------------------|-------------------|-----------|--|-----------|
| | Aveia × ervilhaca | Ervilhaca | Aveia | Ervilhaca |
| 1 | 92,3 | 1,9 | 39 | 3 |
| 2 | 96,2 | 1,5 | 45 | 6 |
| 3 | 95,3 | 3,5 | 44 | 5 |
| 4 | 86,8 | 2,4 | 34 | 6 |
| 5 | 89,9 | 3,6 | 42 | 4 |
| 6 | 87,0 | 1,0 | 47 | 3 |
| 7 | 88,4 | 2,5 | 39 | 4 |
| 8 | 92,6 | 1,4 | 42 | 2 |
| 9 | 89,6 | 4,8 | 34 | 6 |

Da observação deste quadro verifica-se que em todos os tratamentos a matéria seca da consociação foi constituída, fundamentalmente, pelas espécies semeadas (aveia e ervilhaca), sendo, contudo, fraca a representação da leguminosa. As baixas percentagens relativas de ervilhaca, variando entre 1% e 4,8%, são semelhantes às obtidas por Dias (9), numa consociação Aveia cv. Boa Fé × Ervilhaca vilosa cv. Amoreiras, semeadas, com densidades de sementeira semelhantes às deste ensaio, num solo da região de Castelo Branco e podem atribuir-se à ocorrência de temperaturas mínimas muito baixas durante a época invernal.

No quadro 2 figuram os valores médios das fracções do esquema analítico de Weende da forragem obtida nos vários tratamentos de mobilização do solo, bem como os correspondentes valores energéticos da forragem.

Os tratamentos de mobilização não induziram diferenças significativas entre estes valores, à semelhança do verificado anteriormente para as produções (19).

QUADRO 2 — Composição bromatológica e valor energético da forragem.

| Treatmento de mobilização do solo | Matéria seca (%) | Proteína bruta (% MS) | Gordura bruta (% MS) | Extract. não azos. (% MS) | Fibra bruta (% MS) | Cinzas (% MS) | UFe/kg MS |
|--|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|---------------|-----------|
| 1 — Subsolagem + lavoura normal + gradagem | 26,8 | 9,51a | 1,84a | 41,94a | 35,29a | 5,60a | 0,42a |
| 2 — Subsolagem + escarificação | 24,4 | 10,10a | 1,94a | 40,84a | 35,17a | 6,06a | 0,42a |
| 3 — Subsolagem | 29,5 | 8,51a | 2,07a | 42,23a | 35,08a | 5,65a | 0,42a |
| 4 — Lavoura profunda + lavoura normal + gradagem | 28,3 | 7,39a | 2,03a | 41,95a | 35,96a | 5,37a | 0,40a |
| 5 — Lavoura normal + escarificação | 28,4 | 8,44a | 2,01a | 42,81a | 35,21a | 5,50a | 0,42a |
| 6 — Lavoura profunda | 31,5 | 8,13a | 2,08a | 45,22a | 34,39a | 5,14a | 0,45a |
| 7 — Lavoura normal + gradagem | 31,7 | 7,00a | 1,89a | 46,80a | 34,02a | 4,77a | 0,46a |
| 8 — Escarificação | 26,4 | 8,57a | 2,01a | 40,58a | 35,65a | 5,49a | 0,40a |
| 9 — Mobilização mínima | 29,6 | 7,65a | 2,01a | 45,95a | 33,61a | 4,59a | 0,46a |

NOTA: Valores da mesma coluna, seguidos de igual letra não são significativamente diferentes a $P < 0,05$.

As percentagens de matéria seca, entre 24,4% e 31,7%, foram da mesma ordem de grandeza dos teores de matéria seca normalmente encontrados em diversas forragens verdes (14), nomeadamente em consociações de aveia × ervilhaca (5). Dependendo a percentagem de matéria seca da forragem, principalmente, do tipo, proporção e estado fenológico das espécies que a constituem, bem como da disponibilidade hídrica no solo (3), torna-se difícil efectuar comparações dos valores desta característica com os observados na bibliografia.

Os teores de proteína bruta foram baixos em relação ao mínimo teor proteico (9%), considerado indispensável para manutenção dos ruminantes (13), com excepção dos teores da forragem colhida nos tratamentos de subsolagem + lavoura normal + gradagem e de subsolagem + escarificação. Todos os teores de proteína bruta foram inferiores aos níveis mínimos de 12% e 15% recomendados para o gado leiteiro, respectivamente por Raymond, Shepperson & Waltham (15) e Norton (13). Contudo, os teores obtidos diferiram, apreciavelmente, dos valores médios de proteína bruta das espécies constituintes da consociação no mesmo estado fenológico (6,5% na *Avena sativa* e 8,9% na *Vicia villosa*), em condições mediterrânicas (2).

As percentagens de fibra bruta, entre 33,61% e 35,96%, foram mais próximas dos valores médios indicados para a *Avena sativa* (33,5%) do que dos valores médios apresentados para a *Vicia villosa* (21,6%) por Alibes & Tisserand (2).

O valor energético da forragem, variando entre 0,40 e 0,46 UFe/kg MS, situou-se no intervalo 0,40 a 1,06 (UF.V) encontrado num elevado número de forragens verdes (4), considerando, embora, que se comparam valores energéticos calculados por sistemas diferentes. De acordo com Quittet (14), a administração exclusiva desta forragem na dieta diária de bovinos adultos não satisfaz as necessidades de manutenção destes ruminantes.

No quadro 3 apresentam-se os teores de alguns elementos minerais, bem como os valores das relações Ca/P e K/Ca + Mg.

As concentrações de P (0,16% a 0,20%), K (1,41% a 1,72%) e Mg (0,13% a 0,16%) da forragem foram apreciavelmente inferiores aos teores médios indicados por alguns autores para um número elevado de gramíneas e leguminosas forrageiras e pratenses. Assim, para os teores de fósforo, têm-se observado concentrações médias deste elemento num conjunto de gramíneas e de leguminosas, respectivamente, de 0,21% e 0,38% (21), 0,24% e 0,35% (22) e 0,33% e 0,36% (13); para o potássio, teores médios de 1,99% e 2,41%

(21) e de 2,00% e 2,40% (22); para o magnésio, teores médios de 0,24% e 0,69% (21), 0,24% e 0,68% (22) e de 0,18% e 0,29% (13). Em relação aos teores de fósforo da mistura de espécies que constituíram a consociação, verificou-se, também, que foram apreciavelmente inferiores aos teores médios registados por Alibes e Tisserand (2), para a aveia (0,26%) e para a ervilhaca (0,51%), em condições mediterrânicas. Os baixos teores de fósforo na forragem podem atribuir-se aos relativamente baixos teores de fósforo "assimilável" no solo, embora estes se tenham elevado após a adubação.

Os teores de cálcio (0,27% a 0,40%) aproximaram-se mais dos teores médios encontrados para a *Avena sativa* (0,28%) do que das concentrações médias indicadas para a *Vicia villosa* (0,19%) por Alibes & Tisserand (2). Os teores de sódio, entre 0,13% e 0,31%, foram, geralmente, superiores às concentrações médias indicadas na bibliografia para gramíneas e leguminosas, respectivamente, de 0,13% e 0,07% (21) de 0,14% e 0,08% (22) e de 0,23% e 0,19% (13).

Da análise das concentrações em elementos minerais da forragem, pode concluir-se, ainda, que os teores desta se aproximaram dos teores normalmente encontrados em gramíneas, reflectindo a predominância da aveia na consociação.

Os teores de fósforo mostraram-se inferiores ao nível de 0,30%, considerado adequado à nutrição do gado bovino leiteiro (produção de leite de cerca de 10 kg/dia), sendo, no entanto, satisfatórios para o gado em crescimento, dado serem superiores a 0,12% (12). Os níveis de cálcio foram nitidamente insuficientes para as necessidades dos bovinos em crescimento (0,43%), sendo, também, em alguns tratamentos de mobilização, ligeiramente inferiores ao teor de 0,32% recomendável para o gado bovino leiteiro (12). Os valores da relação Ca/P, entre 1,5:1 e 2:1, mostram existir equilíbrio dos teores daqueles elementos na forragem, segundo alguns autores (1, 11). Contudo, actualmente, a importância desta relação tem sido questionada, dada a existência de resultados experimentais discordantes sobre os efeitos no metabolismo animal de relações inferiores a 1:1 e superiores a 2:1 (12).

Os teores de potássio ultrapassaram o nível de 0,70% recomendado por Reid & Jung (16) para cobrir as necessidades dos bovinos leiteiros neste elemento. De igual modo, as concentrações de sódio excederam consideravelmente o nível mínimo de 0,07% necessário aos bovinos em crescimento (12) e os teores mínimos de 0,10% (12) e 0,15% (11) indicados para o gado bovino leiteiro.

QUADRO 3 — Percentagens médias de azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio.

| Tratamentos de mobilização do solo | N | P | K | Ca | Mg | Na | Ca/P | K/Ca + Mg |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|
| 1 | 1,52a | 0,19a | 1,76a | 0,30a | 0,16a | 0,26a | 1,58 | 1,60 |
| 2 | 1,62a | 0,20a | 1,71a | 0,40a | 0,16a | 0,31a | 2,00 | 1,32 |
| 3 | 1,36a | 0,18a | 1,59a | 0,38a | 0,15a | 0,20a | 2,10 | 1,30 |
| 4 | 1,18a | 0,16a | 1,62a | 0,33a | 0,14a | 0,22a | 2,06 | 1,48 |
| 5 | 1,36a | 0,16a | 1,72a | 0,28a | 0,14a | 0,26a | 1,75 | 1,72 |
| 6 | 1,30a | 0,16a | 1,50a | 0,27a | 0,13a | 0,16a | 1,69 | 1,58 |
| 7 | 1,12a | 0,17a | 1,53a | 0,27a | 0,13a | 0,15a | 1,59 | 1,62 |
| 8 | 1,37a | 0,18a | 1,55a | 0,32a | 0,15a | 0,30a | 1,78 | 1,40 |
| 9 | 1,22a | 0,17a | 1,41a | 0,29a | 0,13a | 0,13a | 1,70 | 1,43 |

NOTA: Valores da mesma coluna seguidos de igual letra não são significativamente diferentes a $P \leq 0,05$.

Os teores de magnésio foram inferiores aos níveis críticos de 0,20% (11) e de 0,15% (12) estabelecidos, respectivamente, para o gado bovino leiteiro e de engorda, valores abaixo dos quais é de recear a ocorrência de tetania da erva. Porém, a relação K/Ca + Mg foi inferior a 2,0, pelo que, relativamente a este índice, não seria de existir risco apreciável de incidência desta doença.

Os tratamentos de mobilização do solo não induziram diferenças significativas nos teores de elementos minerais, apesar do estudo da evolução de algumas características do solo, no primeiro ano de ensaio, ter revelado que em alguns tratamentos ocorreram variações nestas características entre o início do ensaio e o corte da forragem (10, 19).

Da análise das exportações de nutrientes pela matéria seca da forragem (quadro 4), pode, contudo, inferir-se que sob o tratamento de subsola-gem + escarificação as exportações foram mais elevadas do que nos restantes tratamentos, nomeadamente no de mobilização mínima. As diferenças entre tratamentos, resultantes, principalmente, das diferenças de produção obtida nos vários tratamentos, não foram, porém, significativas, revelando a análise estatística a existência de coeficientes de variação relativamente elevados.

QUADRO 4 — Exportações médias de alguns nutrientes (kg.ha⁻¹).

| Tratamentos de mobilização do solo | N | P | K | Ca | Mg | Na |
|------------------------------------|--------|--------|---------|--------|------|--------|
| 1 | 7 944a | 973a | 9 180a | 1 579a | 834a | 1 340a |
| 2 | 9 696a | 1 183a | 10 379a | 2 369a | 983a | 1 850a |
| 3 | 8 122a | 1 089a | 9 761a | 2 306a | 891a | 1 317a |
| 4 | 6 954a | 915a | 9 289a | 1 809a | 843a | 1 408a |
| 5 | 7 950a | 953a | 10 003a | 1 611a | 838a | 1 495a |
| 6 | 7 287a | 895a | 8 466a | 1 563a | 751a | 865a |
| 7 | 6 531a | 978a | 8 825a | 1 550a | 770a | 896a |
| 8 | 7 925a | 997a | 8 610a | 1 795a | 830a | 1 845a |
| 9 | 5 857a | 788a | 6 763a | 1 362a | 618a | 639a |

Nota: Valores da mesma coluna seguidos de igual letra não são significativamente diferentes a $P \leq 0,05$.

Dado que os vários parâmetros de composição química não revelaram diferenças significativas, considerou-se não ser relevante relacionar os resultados obtidos na análise do solo com esses parâmetros de composição.

A composição química da consociação de aveia × ervilhaca obtida neste ano de ensaio mostra que a forragem teve baixo valor alimentar para o gado bovino por ser pobre em proteína bruta e nos teores de fósforo, cálcio e magnésio, além de apresentar baixo valor energético.

Os tratamentos de mobilização do solo não alteraram significativamente a composição orgânica e mineral da consociação. Verificou-se, contudo, uma tendência para maiores exportações sob o tratamento de subsola-gem + escarificação e para mais baixas exportações com mobilização mínima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — ABRAMS, J. T. — *Calcium and phosphorus*. In: WORDEN, A. N.; SELLERS, K.; TRIBE, D. E. (ed.) — "Animal health, production and pasture". London, Longmans, Green and Co. Ltd, 1963, p. 588-609.
- 2 — ALIBES, X.; TISSERAND, J. L. — *Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne*. Zaragoza, IAMZ (Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza) /CIHEAM (Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes), 1990. (Options Méditerranéennes Serie B: Études et Recherches, n° 4).
- 3 — ALVES, J. A. — *Composição Química da Festuca elatior L. ssp. arundinacea (Schreb.) Hack. Alguns Dados para o Seu Estudo*. "Melhoramento", vol. 9, 1956, p. 97-130.
- 4 — ANDRIEU, J.; WEISS, P. — *Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses*. In: INRA (ed.) — "Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants". Versailles, INRA, 1981, p. 61-79.
- 5 — BASCH, G. et al. — *Produção de Pastagens e Forragens com Três Tipos de Mobilização do Solo*. "Pastagens e Forragens", 8 (1) 1987, p. 111-122.
- 6 — BOUCHET, J. P.; GUEGUEN, L. — *Constituants minéraux majeurs des fourrages et des aliments concentrés*. In: INRA (ed.) — "Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants". Versailles, INRA, 1981, p. 189-202.
- 7 — CARDOSO, J. C. — *A Classificação dos Solos de Portugal*. Nova versão. "Bol. Solos SROA", vol. 17, 1974, p. 14-46.
- 8 — DEMARQUILLY, C.; JARRIGE, R. — *Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages*. In: INRA (ed.) — "Prévision

de la valeur nutritive des aliments des ruminants". Versailles, INRA, 1981, p. 41-59.

- 9 — DIAS, J. C. S. — *Produção e Adaptação de Culturas Forrageiras Outono-Invernais no Campo Albicastrense*. "Pastagens e Forragens", 8 (1) 1987, p. 123-145.
- 10 — GUSMÃO, Maria Regina *et al.* — *The effects of nine tillage practices on the organic matter and aluminium contents and nitrogen availability in a portuguese alluvial soil*. "Soil Technology". (Em publicação).
- 11 — HILL, R. R. J.; GUSS, S. B. — *Genetic variability for mineral concentration in plants related to mineral requirements of cattle*. "Crop Science", vol. 16, 1976, p. 680-685.
- 12 — LITTLE, D. A. — *Utilization of minerals*. In: HACKER, J. B. (ed.) — "Nutritional limits to animal production from pastures". Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982, p. 259-283.
- 13 — NORTON, B. W. — *Differences between species in forage quality*. In: HACKER, J. B. (ed.) — "Nutritional limits to animal production from pastures". Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982, p. 89-110.
- 14 — QUITTET, E. — *Élevage*. 15^{ème} ed. Paris, Dunod, 1969. (Agriculture, tome 3).
- 15 — RAYMOND, F.; SHEPPERSON, G.; WALTHAM, R. — *Forraje. Conservación y alimentación*. Barcelona, Ediciones GEA, 1977. (Tradução do inglês por Carlos Bernat Juanos).
- 16 — REID, R. L.; JUNG, G. A. — *Effects of elements other than nitrogen on the nutritive value of forage*. In: MAYS, D. (ed.) — "Forage fertilization". Madison, Wisc., American Society of Agronomy, 1974, p. 395-435.
- 17 — SANTOS, Maria Cristina — *Avaliação Preliminar do Potencial Produtivo e Nutritivo do Pennisetum purpureum Schum*. Trabalho final do curso de Engenharia Zootécnica. Évora, Universidade de Évora, 1989.
- 18 — SAUVANT, D. — *L'alimentation énergétique des animaux domestiques*. Paris, Grignon, Institut National Agronomique, Chaire de Zootechnie, 1979-1980.
- 19 — SEQUEIRA, E. M. *et al.* — *Soil tillage under irrigated farming in an alluvial soil in Portugal. Effects on the yields of two sequential fodder crops and the availability of some nutrients*. "Soil Technology". (Em publicação).
- 20 — SUMNER, M. E. — *Alleviating nutrient stress*. In: ARKIN, G. F.; TAYLOR, H. M. (ed.) — "Modifying the root environment to reduce crop stress". Michigan, American Society Agricultural Engineers, 1981, p. 99-137.
- 21 — THOMAS, B. *et al.* — *The ash constituents of some herbage plants at different stages of maturity*. "Empire Journal of Experimental Agriculture", vol. 20, 1952, p. 10.

22 — UNDERWOOD, E. J. — *Los minerales en la alimentación del ganado*. Zaragoza, Editorial Acribia, 1969. (Tradução do inglês por Pedro Ducar Maluenda).

Handwritten text in the right margin, oriented vertically, including the name "C. J. Underwood" and other illegible characters.