

# PRODUÇÃO DE TRIGO E TRITICALE EM ROTAÇÕES DE SEQUEIRO

## WHEAT AND TRITICALE IN CROP ROTATIONS

CARLOS CASTRO<sup>1</sup>, JOÃO COUTINHO<sup>2</sup>, NUNO MOREIRA<sup>1</sup>,  
ANTÓNIO CRESPI<sup>3</sup>

---

### RESUMO

Apresentam-se os resultados de um ensaio de rotações que decorreu durante dez anos em Vila Real (Trás-os-Montes). O ensaio incluiu a rotação tradicional das condições de sequeiro de Trás-os-Montes, cereal-alqueive (TA), e rotações alternativas susceptíveis de serem adoptadas nestas condições, cereal-leguminosa (TL), cereal-consociação forrageira (TC) e cereal-prado de sequeiro (TP). Os cereais das rotações foram o trigo e, posteriormente, o triticale. Determinaram-se e analisaram-se as produções de grão e palha, os teores de nutrientes do grão e da palha e acompanharam-se os parâmetros do solo, pH, matéria orgânica e os teores de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  e bases de troca.

Destacam-se alguns resultados importantes, tais como: as produções de grão de cereal das rotações não mostraram diferenças significativas entre si; a produção de palha da rotação TL ser superior às das restantes; o trigo cultivado após prado de sequeiro não dispensar a adubação azotada; as rotações conduzirem a modificações dos teores de matéria orgânica, cálcio de troca ou do valor do pH do solo, factores a que se deve atender, caso a rotação se prolongue por muitos anos.

**Palavras-chave:** cereais praganosos, fertilidade do solo, rotações.

### ABSTRACT

The results of a field trial of crop rotations conducted over a period of ten years in Vila Real (Northeast Portugal) are presented. The rotations tested were cereal-cultivated fallow (TA), traditional in rain-fed conditions of the region, and alternative rotations that could be adopted in these conditions: cereal-grain legume crop (TL), cereal-forage mixture (TC) and cereal-rain-fed pasture (TP). The cereals

---

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Depart. de Fitotecnia, aptd. 1013  
5001-801 Vila Real

<sup>2</sup> UTAD-Depart. de Edafologia, CECEA

<sup>3</sup> UTAD-Depart. de Eng. Biológica, CETAV

were wheat and, later, triticale. Grain, straw and aerial biomass yields were evaluated together with concentrations of nutrients. The soil parameters studied were pH, organic matter and  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  and exchange cations.

Wheat straw yield of TL rotation was higher than that of the others. Wheat from TP rotation still requires nitrogen fertilization. The soils of the different rotations registered changes of organic matter, Ca, Mg and pH values, which should be taken into account if these rotations are practised over several years.

**Key-words:** cereals, crop rotations, soil fertility.

## INTRODUÇÃO

Rotação, na definição mais usual, é a repetição de uma série ordenada de culturas num dado terreno (Terron, 1989). Em grandes áreas e no decurso do século XX, esta sequência repetida de culturas foi substituída pela monocultura, provocando desequilíbrios de várias ordens que põem em causa a sustentabilidade das práticas agrícolas. As monoculturas conduzem, em geral, a menores produções do que quando em rotação; o que foi constatado em condições tão variadas como na Europa com trigo e cevada (Johnston, 1994; Izaurralde *et al.*, 1995) ou milho (Odell *et al.*, 1984), nos Estados Unidos com trigo, milho ou aveia (Brown, 1994), na Austrália com trigo (Grace & Oades, 1994) ou na Polónia com batata ou centeio (Mercik, 1994). Antes do aparecimento dos adubos, o pousio sem cultura funcionava como restaurador da fertilidade (Triplett, 1986), conseguindo manter produções de cereais, em alguns solos, ao nível das obtidas actualmente à custa de adubos (Amir & Sinclair, 1994). O encurtamento da duração do pousio ou o aumento do período de cultivo podem reduzir os efeitos do sistema tradicional (Greenland, 1994).

Nem sempre há convergência de opiniões no que respeita aos efeitos das rotações no comportamento das culturas. A mesma rotação pode ter impactos diversos de acordo com as técnicas culturais envolvidas (Fenster *et al.*, 1969; Camberato & Frederick, 1994), ou mesmo as condições ambientais prevalecentes (Heenan *et al.*, 1994; Porter *et al.*, 1997), dificultando a avaliação do seu efeito. Daí que a extrapolação, no tempo e no espaço, do efeito das rotações se torne difícil e que a mesma rotação possa mesmo ter efeitos antagónicos (Azevedo, 1992). As rotações podem afectar as características do solo, alterando a evolução do teor de água no solo (Harris, 1963) e a estrutura (Barber, 1972), modificando a densidade do solo (Griffith *et al.*, 1986), afectando a erosão e armazenamento de água no solo (Shanahan *et al.*, 1988), o valor do pH (Coventry & Slattery, 1991) e a textura (Gantzer *et al.*, 1991), os teores de Ca, Mg, K e Al (Karimian, 1990; Chan & Heenan, 1993), os teores de matéria orgânica, carbono e azoto do solo (Alves, 1961; White *et al.*, 1994). O efeito das rotações na produção das culturas também é referido com muita frequência (Shanahan *et al.*, 1988; Dick *et al.*, 1991).

A prática do alqueive na rotação com cereal é vulgar em regiões de escassa precipitação, atribuindo-se-lhe uma “regeneração” da fertilidade do solo, entretanto perdida pelo cultivo continuado. No Nordeste Transmontano, a rotação cereal-alqueive é um dos elementos fundamentais que Moreira (s.d.) utiliza para a caracterização de dois dos sistemas de agricultura da região. Orlando Ribeiro (1991) recorre, com frequência, ao pousio como elemento chave da caracterização da paisagem agrária portuguesa, em particular no Alentejo, onde a cultura cerealífera predominava e as chuvas são menos abundantes. No que respeita ao cereal-prado de sequeiro, justifica-se não só pelo seu efeito sobre a fertilidade do solo, como pelo seu contributo

para a alimentação animal; dado o excesso de cereal que hoje em dia se verifica na Europa Comunitária, sendo o seu destino cada vez mais a nutrição animal. A consociação forrageira de Outono-Inverno terá o mesmo destino mas a tecnologia do seu aproveitamento e exploração (tal como o prado) pode implicar, por si só, diferenças no comportamento do cereal; acresce o facto de ser sugerida a sua adopção em alguns trabalhos (DRTM, 1982; Moreira, 1985) e ser praticada em algumas das explorações da região (Sousa, 1991). A inclusão da leguminosa (tremocilha) pode alterar também os níveis de azoto a aplicar ao cereal e proporciona uma produção, de grão proteaginoso, na qual a UE é deficitária.

Em Portugal já se tentou, sem sucesso prolongado, manter ensaios de campo incluindo rotações de sequeiro (Sampaio, 1985). Regista-se como excepção os ensaios da responsabilidade de Almeida Alves (Alves, 1961; Azevedo, 1973). O facto de se relegar para segundo plano o estudo de rotações tem a ver com a complexidade e demora da experimentação que versa este tema. Pretendeu-se com o ensaio de campo, instalado a partir de 1986, retirar dados que quantificassem os efeitos de quatro rotações, cereal-alqueive, cereal-consociação forrageira, cereal-leguminosa e cereal-prado de sequeiro. Trata-se de estudar o pressuposto de que a vegetação modifica o ambiente e este, pela sua vez, a vegetação (Powers & Cleve, 1991). Ou seja, em que medida diferentes rotações, instaladas nas mesmas condições, influenciam vários parâmetros, neste caso os relacionados com características edáficas, por um lado, e de produção das culturas, por outro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado na Quinta de Prados da Universidade de Trás-os-Montes e Alto

Douro em Vila Real, à latitude de 41° 19' N, longitude de 7° 44' W e altitude de 470 m. O campo de ensaio apresentava um ligeiro declive, pelo que foi dividido em duas partes que designaremos por folha 1 (parte superior) e folha 2 (parte inferior). Trata-se de uma encosta de declive ligeiro, situada no complexo xisto-grauvácico, tendo sido ocupada com olival e vinha dispersos e, a partir de 1978, com cereais praganosos estremes ou consociados com ervilhaca. O solo do local de ensaio pode classificar-se como cambissolo dístico órtico derivado de xisto, com influência antrópica (Agroconsultores & COBA, 1991). Como principais características do solo do ensaio salientam-se os teores baixos de matéria orgânica (8 g kg<sup>-1</sup>) e fósforo extraível (27 mg kg<sup>-1</sup>), altos de potássio extraível (115 mg kg<sup>-1</sup>), elevados de alumínio (1,40 cmol kg<sup>-1</sup>) e acidez de troca (1,44 cmol kg<sup>-1</sup>) e a baixa capacidade de troca (soma de bases de troca 2,26 cmol kg<sup>-1</sup>; grau de saturação 61,3%); os teores elevados de areia fina (634 g kg<sup>-1</sup>) e limo (228 g kg<sup>-1</sup>) conferem a este solo um elevado volume de água utilizável (59,8 mm) e baixa capacidade de arejamento.

O clima da região de implantação do ensaio classifica-se, segundo Albuquerque (1954), como Sub-montano - SA x MA x AM - zona da transição entre a Terra Fria Transmontana e a Terra Quente Duriense. De acordo com a classificação de Thorthwaite (Gonçalves, 1976/77), o clima de Vila Real é considerado como húmido, mesotérmico, com grande deficiência de água no Verão e pequena concentração da eficiência térmica na estação quente.

As rotações ensaiadas neste trabalho foram as seguintes: TC, cereal – consociação (aveia x ervilhaca); TL, cereal - leguminosa (tremocilha); TA, cereal - alqueive; TP, cereal - pastagem de sequeiro (4 anos na folha 1 e 5 anos na folha 2). As espécies cultivadas nestas rotações foram: cereal, trigo (*Triticum aestivum* L.) cv.

“Barbela” e posteriormente triticales Presto; leguminosa, tremocilha (*Lupinus luteus* L.) população regional; consociação, aveia (*Avena sativa* L.) cv. “Boa Fé” com ervilhaca (*Vicia villosa* Roth.) cv. “Amoreiras”; pastagem de sequeiro com mistura de trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.) cv. “Nungarin”, cv. “Seaton Park”, cv. “Wooenellup”, cv. “Clare”, trevo branco (*Trifolium repens* L.) cv. “Huia”, azevém perene (*Lolium perenne* L.) cv. “Victorian” e festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) cv. “Clarine”. O esquema experimental constou de quatro tratamentos (rotações bienais), dispostos em blocos casualizados com duas repetições (folhas 1 e 2). As duas “culturas” de cada rotação foram instaladas, alternadamente, em talhões com 240 m<sup>2</sup>, na folha 1 e folha 2.

Apenas em 1986, e precedendo a implantação do ensaio, aplicaram-se, a todos os tratamentos, os seguintes fertilizantes: calcário dolomítico agrícola (4 t.ha<sup>-1</sup>), superfosfato de cálcio 18% (150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), cloreto de potássio 60% (90 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) e, excepto no alqueive e na pastagem, sulfato de amónio 20,5% (30 kg N ha<sup>-1</sup>). Todos os trabalhos foram executados por tractor e alfaias em condições idênticas ao trabalho em cultura extensiva. Aplicaram-se, anualmente, à sementeira do cereal e à consociação (de meados a fins de Outubro) 30 kg N ha<sup>-1</sup> usando o sulfato de amónio 20,5% N, e em cobertura (ao afilhamento, em meados de Fevereiro) 60 kg N ha<sup>-1</sup> de uma diluição de nitrato de amónio com calcário (20,5% N). A fertilização com fósforo e potássio foi efectuada de molde a compensar, anualmente e imediatamente antes da sementeira, as exportações da cultura antecedente, avaliadas pela produção total e análise dos respectivos teores no grão e palha.

As sementeiras foram efectuada na segunda quinzena de Outubro. A entrelinha utilizada foi de 0,25 m, à excepção da tremocilha para a qual o espaçamento usado foi de 0,5 m.

As densidades de sementeira previstas foram: 160 kg ha<sup>-1</sup> de cereal (275 plantas.m<sup>-2</sup>), 80 kg ha<sup>-1</sup> de tremocilha (72 plantas.m<sup>-2</sup>), 80 kg ha<sup>-1</sup> de aveia (190 plantas.m<sup>-2</sup>), 20 kg ha<sup>-1</sup> de ervilhaca (42 plantas.m<sup>-2</sup>), 8 kg ha<sup>-1</sup> da mistura de trevos subterrâneos (88 plantas.m<sup>-2</sup>), 1 kg ha<sup>-1</sup> de trevo branco (155 plantas.m<sup>-2</sup>), 4 kg ha<sup>-1</sup> de azevém perene (222 plantas.m<sup>-2</sup>) e 4 kg ha<sup>-1</sup> de festuca alta (160 plantas.m<sup>-2</sup>). Amostragens efectuadas em Abril de 1990 revelaram a seguinte composição florística dos prados, em termos de matéria seca: 40% de trevos, 57% de gramíneas e 3% de outras espécies, o que parece traduzir uma boa composição do prado.

A amostragem das produções das culturas foi efectuada através da colheita manual de 4 amostras de 1 m<sup>2</sup>, no caso da consociação e do prado, ou de 4 m<sup>2</sup>, no caso do cereal e da tremocilha. Após a amostragem das produções, a parte aérea das culturas anuais foi retirada do ensaio; a pastagem foi aproveitada por ovinos ao longo do ano, de forma a realizar um correcto pastoreio. Todos os valores de produção apresentados referem-se a matéria seca. Após a colheita de amostras, estas foram pesadas e posteriormente debulhadas determinando-se a produção total e a produção de grão (G); por diferença obteve-se a produção de palha (P). De cada uma das amostras retirou-se uma subamostra na qual se determinou, após secagem em estufa a 60 °C até peso constante, o teor de humidade, de modo a avaliar a produção de matéria seca de grão e palha. A produção da consociação (rotação TC) foi amostrada procedendo à colheita de amostras no estado de grão leitoso da aveia. As amostras foram pesadas, secas a 60 °C e novamente pesadas, determinando-se a produção verde e seca total.

No caso da pastagem, a produção foi amostrada imediatamente antes da entrada dos ovinos; as amostras foram pesadas, secas a 60 °C e novamente pesadas. O pastoreio foi feito

intensivamente logo a seguir aos cortes para amostragem, os quais procuraram cumprir o seguinte calendário: 1º corte (Outono, 25 a 30 de Novembro), 2º corte (Inverno, 20 a 25 de Fevereiro), 3º corte (1º da Primavera, 15 a 20 de Abril, 4º corte (2º da Primavera, 15 a 20 de Junho).

As amostras de grão e palha, após pesagem e secagem, foram moídas (crivo de 1mm) e analisadas segundo os métodos em rotina do Laboratório de Solos e Fertilidade da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro obtendo-se os teores em nutrientes do grão (G) e palha (P) para o azoto (GN e PN), fósforo (GP e PP), potássio (GK e PK), cálcio (GCa e PCa), magnésio (GMg e PMg), cobre (GCu e PCu) e zinco (GZn e PZn).

Com vista a avaliar a evolução da fertilidade do solo, após a colheita das culturas anuais e antes das mobilizações, colheram-se amostras da terra de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade em todas as modalidades em ensaio. Nestas amostras determinaram-se, anualmente, as seguintes variáveis: catiões de troca (Ca, Mg, K, Na, Al), matéria orgânica (MO),  $P_2O_5$  e  $K_2O$  assimiláveis, pH em água ( $pH_{H_2O}$ ) e em cloreto de potássio ( $pH_{KCl}$ ).

Os resultados foram sujeitos a análise de variância através dos programas informáticos SYSTAT 5.0 e MSTAT. Quando obtidos valores significativos ( $p < 0,05$ ) na análise de variância fizeram-se comparações das médias através do teste de *Student-Newman-Keul's*. Na análise multivariada optou-se por aplicar o protocolo previsto por Santos *et al.* (2004) e Martins *et al.* (2004). Deste modo sobre as respectivas matrizes de caracterização edáfica e de biomassa é realizada uma estandarização, que facilite a comparação de cada uma das variáveis (Ludwig & Reynolds, 1988), a partir da qual são realizadas análises canónicas discriminantes (CDA) forward stepwise e ANOVAs sobre as variáveis mais discriminantes. Tendo em consideração que a

rotação com pastagem permitiu a obtenção de produção de cereal em apenas dois anos, os resultados obtidos serão expostos com e sem a inclusão deste tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização edáfica

No Quadro 1 apresentam-se os valores médios de 10 anos das rotações, incluindo a pré-instalação.

A análise de variância dos parâmetros relativos ao solo (profundidade até 20 cm) evidenciou um efeito significativo das rotações no teor de fósforo, no pH em  $H_2O$  e em KCl, bem como nos teores de cálcio de troca (Quadro 1).

O teor em fósforo da rotação com prado, significativamente superior ao das restantes rotações, dever-se-á às dejeções dos ovinos que pastorearam o prado e cujo quantitativo não foi descontado nas exportações e respectivas restituições com adubos.

Na profundidade de 20 a 40 cm foram significativos os efeitos das rotações nos teores de matéria orgânica e pH em água; o valor mais elevado do teor em matéria orgânica (médias de 10 anos) verificou-se na rotação com consociação ( $6,8 \text{ g kg}^{-1}$ ) e o mais baixo na rotação com leguminosa de grão ( $5,6 \text{ g kg}^{-1}$ ).

A variação do teor de matéria orgânica no solo está dependente, para além da adição de fertilizantes orgânicos, das mobilizações (Alves, 1986), rotações, culturas que integram as rotações e sua duração (Kanal & Kollu, 1996), e parece estar omnipresente quando se discute a influência das culturas e/ou rotações sobre as características físicas do solo. Em geral, a inclusão de prados de longa duração (Adams *et al.*, 1970), doses elevadas de azoto (Morachan *et al.*, 1972), rotações mais longas (Bowman *et al.*, 1990) e mobilizações

**Quadro 1** – Matéria orgânica (g kg<sup>-1</sup>), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg kg<sup>-1</sup>), pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>, pH<sub>KCl</sub>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> (cmol kg<sup>-1</sup>).

Profundidade	Rotação	MO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
0 a 20 cm	TC	9,6 a	38 a	5,8 a	4,4 a	3,02 ab	0,32 a
	TL	8,3 a	35 a	5,8 a	4,4 a	2,69 a	0,34 a
	TA	9,2 a	43 a	5,9 b	4,6 b	3,24 b	0,36 a
	TP	8,8 a	60 b	5,9 b	4,5 ab	2,84 a	0,27 a
20 a 40 cm	TC	6,8 B	21 A	5,5 AB	4,2 A	2,11 A	0,27 A
	TL	5,6 A	21 A	5,4 A	4,1 A	2,03 A	0,29 A
	TA	6,6 AB	26 A	5,6 B	4,3 A	2,27 A	0,28 A
	TP	6,3 AB	30 A	5,5 AB	4,2 A	1,86 A	0,24 A

Nota: valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente (teste de Student-Newman-Keuls; p < 0,05).

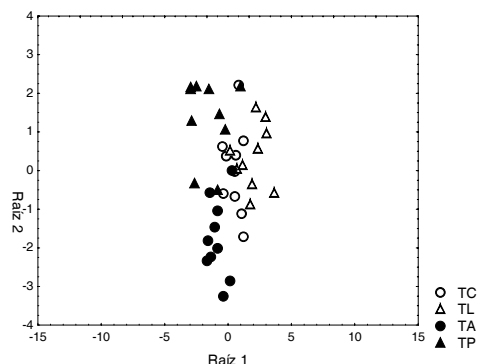
reduzidas (Dick *et al.*, 1991) conduzem a teores mais elevados de matéria orgânica. Os ensaios de *Rothamsted* mostram que a evolução do teor de matéria orgânica de um solo sujeito a cultivo depende ainda do seu teor inicial; sendo baixo esse valor, é mais facilmente mantido mesmo quando se sujeita o solo a cultivos que noutras circunstâncias diminuiriam o teor de matéria orgânica do solo (Carvalho & Azevedo, 1991). A duração do prado (4 a 5 anos) e o baixo teor de matéria orgânica do solo não terão sido suficientes para tornar os resultados mais evidentes.

As rotações podem afectar a variação do pH do solo, não só porque as culturas que as integram exigem adubações azotadas diversas (Mahler & Harder, 1984), mas também porque diferentes plantas afectam só por si a acidez do solo (Reeves & Ewing, 1993; McLay *et al.*, 1997). A acidificação do solo provocada pelo cultivo de leguminosas é referida com frequência pela bibliografia; dado que as partes verdes doseiam, em geral, mais cationes (Ca, K), a exportação apenas do grão reduz a acidificação; a diminuição do pH ocorrerá também em profundidade, podendo ser agravado pelo facto de a deposição de partes verdes ocorrer, sobretudo, à superfície (McLay *et al.*, 1997). A exportação da totalidade da biomassa aérea da tremocilha na rotação TL terá contribuído, embora de forma reduzida, para a acidificação constatada. O menor teor de cálcio verificado

em TL (e TP2) dever-se-á ao balanço de cálcio da rotação com tremocilha, a única em que a restituição ao solo por via do superfosfato de cálcio foi inferior à exportação na biomassa.

Os resultados das análises multivariadas sobre a matriz edáfica são expostos na Figura 1, onde está representada a CDA relativa a cada um dos tratamentos, a partir da matriz numérica edáfica.

Da observação destes resultados, e tendo em consideração os valores de cada repetição para a Raiz 1, verifica-se uma aparente divergência entre o TL e o TP, ocupando o TC e o TA uma posição intermédia entre os dois primeiros. Para a Raiz 2 a maior diferenciação ocorre entre TA e TP. Por esta razão, são detectadas duas tendências de comportamento



**Figura 1** – Representação gráfica da CDA elaborada a partir da matriz numérica edáfica, agrupada pelos quatro tratamentos (TC, TL, TA e TP).

**Quadro 2** – Relação das variáveis mais discriminantes resultantes da CDA sobre a matriz numérica edáfica.

	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove <sup>(3,25)</sup>	p-level
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(1)</b>	0,183347	0,578568	6,070041	0,002993
<b>K<sub>2</sub>O(1)</b>	0,181795	0,583508	5,948112	0,003312
<b>KCl(1)</b>	0,146276	0,725194	3,157850	0,042308
<b>Al<sup>3+</sup>(1)</b>	0,147975	0,716869	3,291287	0,037056
<b>K<sup>+</sup>(1)</b>	0,127214	0,833858	1,660372	0,200959
<b>MO(2)</b>	0,118383	0,896065	0,966585	0,423990
<b>Acid(1)</b>	0,133872	0,792390	2,183370	0,115080
<b>Mg<sup>2+</sup>(1)</b>	0,145698	0,728071	3,112440	0,044271
<b>Ca<sup>2+</sup>(2)</b>	0,158868	0,667715	4,147043	0,016261
<b>K<sup>+</sup>(2)</b>	0,137581	0,771026	2,474777	0,084827
<b>Na<sup>+</sup>(1)</b>	0,138261	0,767233	2,528205	0,080254
<b>Mg<sup>2+</sup>(2)</b>	0,128761	0,823844	1,781857	0,176386

Nota: (1) Valores para a camada 0-20 cm; (2) Idem para a camada 20-40 cm.

diferencial, a existente entre TC e TL, de um lado, e a apresentada entre TA e TP, doutro.

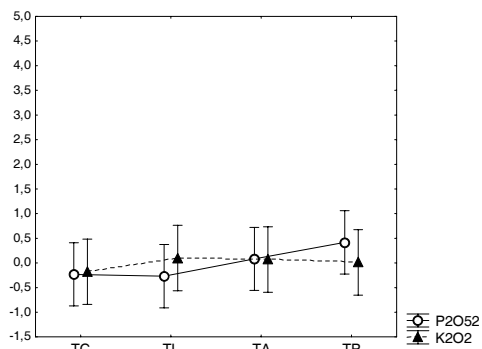
Os resultados numéricos desta análise estão recolhidos no Quadro 2. De acordo com os quais, as variáveis mais discriminantes são, na profundidade até 20 cm, o teor de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), teor de potássio (K<sub>2</sub>O), alumínio de troca (Al<sup>3+</sup>), pH em KCl (KCl) e magnésio de troca (Mg<sup>2+</sup>), na profundidade de 20 a 40 cm, o teor de cálcio (Ca<sup>2+</sup>).

A variação dos valores médios das variáveis mais discriminantes (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(1) e K<sub>2</sub>O(1)), resultantes da análise anterior, é representada na Figura 2. Através da observação desta figura é perceptível a aparente divergência no comportamento destes parâmetros em TL e em TP, comparativamente com TC e TA.

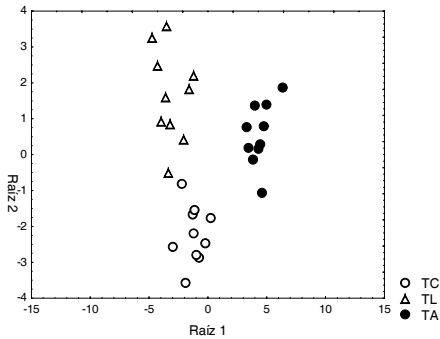
Em relação à variação dos valores médios para as duas primeiras variáveis mais discriminantes, confirma-se a observação anterior, segundo a qual é visível a divergência tendencial entre TC e TL, em contraste com TA e TP. Contudo, TP constitui um tipo de trata-

mento bem diferenciado do TA, uma vez que os valores médios das duas variáveis mais discriminantes expõem resultados muito diferentes do tratamento com alqueive.

Com o objectivo de caracterizar o comportamento entre os tratamentos que não incluem a introdução de pastagens, a seguir são expos-



**Figura 2** – Representação da variação dos valores médios para as variáveis mais discriminantes (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(1) e K<sub>2</sub>O(1)), resultantes da CDA sobre a matriz numérica edáfica.



**Figura 3** – Representação gráfica da CDA elaborada a partir da matriz numérica edafológica, com a exclusão do tratamento TP.

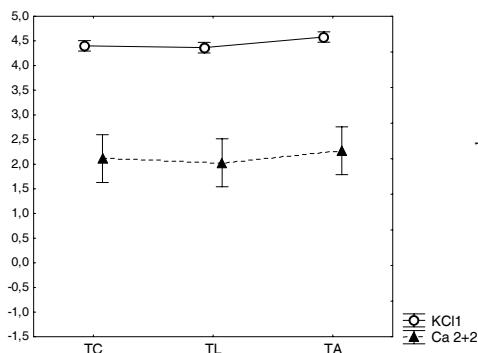
tos os resultados da mesma análise multivariada para TC, TL e TA. Os resultados obtidos na análise discriminante, para a matriz edafológica sem o tratamento TP, mostram uma clara diferenciação entre o TA e os restantes tratamentos, sustentada especialmente em duas variáveis,  $KCl(1)$  e  $Ca^{2+}(2)$  (ver Figura 3 e Quadro 3).

A representação dos valores médios para as duas variáveis mais discriminantes ( $KCl(1)$  e  $Ca^{2+}(2)$ ) confirma os resultados obtidos, uma vez que para ambas são registados os valores médios mais altos no tratamento TA (ver Figura 4).

**Quadro 3** – Relação das variáveis mais discriminantes resultantes da CDA sobre a matriz numérica edáfica sem o tratamento TP.

	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove <sup>(2,10)</sup>	p-level
<b>KCl (1)</b>	0,071722	0,281976	12,73204	0,001783
<b>K<sub>2</sub>O(1)</b>	0,039656	0,509983	4,80425	0,034497
<b>Al<sup>3+</sup> (1)</b>	0,036443	0,554948	4,00986	0,052633
<b>K<sub>2</sub>O(2)</b>	0,027019	0,748489	1,68012	0,234924
<b>MO(2)</b>	0,029313	0,689925	2,24716	0,156318
<b>Na<sup>+</sup> (1)</b>	0,020988	0,963571	0,18903	0,830651
<b>MO(1)</b>	0,027565	0,733666	1,81509	0,212565
<b>Acid(1)</b>	0,032152	0,629002	2,94911	0,098460
<b>Ca<sup>2+</sup> (1)</b>	0,040384	0,500782	4,98438	0,031495
<b>Mg<sup>2+</sup> (2)</b>	0,063675	0,317607	10,74274	0,003232
<b>Ca<sup>2+</sup> (2)</b>	0,048296	0,418742	6,94052	0,012875
<b>Acid(2)</b>	0,036664	0,551594	4,06465	0,051062
<b>Mg<sup>2+</sup> (1)</b>	0,048341	0,418355	6,95158	0,012815
<b>K<sup>+</sup> (2)</b>	0,031819	0,635596	2,86664	0,103730
<b>H<sub>2</sub>O(2)</b>	0,023960	0,844075	0,92364	0,428455
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(1)</b>	0,022096	0,915267	0,46289	0,642302
<b>Al<sup>3+</sup> (2)</b>	0,031607	0,639842	2,81443	0,107242
<b>K<sup>+</sup> (1)</b>	0,029062	0,695879	2,18516	0,163181



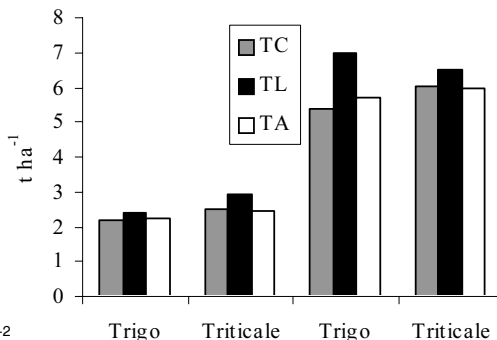


**Figura 4** – Representação da variação dos valores médios para as variáveis mais discriminantes (KCl(1) e Ca<sup>2+</sup>(2)), resultantes da CDA sobre a matriz numérica edáfica sem o tratamento TP.

**Produção**

A análise de variância dos resultados não evidenciou diferenças significativas entre os diversos teores de elementos no grão e palha do cereal das rotações TA, TC e TL (Quadro 4). Também a produção de grão e de palha não diferiu significativamente entre as rotações;

No entanto, e como está exposto na Figura 5, em média dos 10 anos em estudo, as produções do cereal na rotação com leguminosa (TL) foram de 2,68 t ha<sup>-1</sup> (grão) e 6,75 t ha<sup>-1</sup> (palha), superiores às das rotações com al-



**Figura 5** – Valores médios das produções (t ha<sup>-1</sup>) de grão e palha de trigo e triticale nas diversas rotações.

queive (2,35 e 5,85 t ha<sup>-1</sup>) e com consociação (2,34 e 5,69 t ha<sup>-1</sup>).

Cereais e outras não leguminosas em geral necessitam, para obterem a mesma produção, de menos adubação azotada quando em rotação com leguminosas (Lory *et al.*, 1995), graças à mineralização de azoto pela decomposição da biomassa de folhas, raízes e nódulos de leguminosas, que se acentua a partir da floração (Meyer *et al.*, 1983; Lockhart & Wiseman, 1988). A maior produção de uma cultura após leguminosas chega a manifestar-se num segundo ano da cultura (Papastylianou & Samios, 1987). A produção e qualidade das restantes culturas da rotação variam com a

**Quadro 4** – Teores médios de nutrientes no grão e palha de trigo (6 anos) e triticale (4 anos).

		Rotação	N (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	K (g kg <sup>-1</sup> )	Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Trigo	Grão	TC	18,2	3,1	5,9	0,58	0,90	12	40
		TL	20,2	3,0	5,7	0,56	0,90	11	37
		TA	17,4	3,2	5,5	0,49	0,88	11	38
	Palha	TC	4,4	0,58	9,2	1,84	0,31	6	11
		TL	5,3	0,68	9,4	2,09	0,36	4	11
		TA	3,8	0,50	8,8	1,92	0,32	4	13
Triticale	Grão	TC	16,6	4,1	4,8	0,35	0,82	6	46
		TL	15,7	4,1	4,9	0,36	0,81	8	49
		TA	14,1	3,9	5,2	0,38	0,78	7	44
	Palha	TC	3,7	0,70	11,1	1,91	0,21	4	14
		TL	3,6	0,62	10,8	1,87	0,22	4	14
		TA	3,4	0,71	10,3	1,66	0,22	4	14

leguminosa em causa; Alves (1961, 1983), Papastylianou (1987) e López-Bellido *et al.* (1996) conseguiram maiores produções de trigo na rotação com fava e alqueive, e com grão-de-bico as menores; quando contabilizados os anos de ausência de produção da rotação com alqueive, esta passa a ser a menos produtiva. Também neste ensaio, a produção de biomassa da rotação com alqueive foi bastante inferior à das restantes rotações, dada a ausência de produção no ano de alqueive.

As condições ambientais podem também condicionar a influência das leguminosas; estas, em situações de *stress* hídrico ou baixas temperaturas, podem ser mais afectadas e, por isso, produzirem menos matéria seca e fixarem menos azoto. Nestes casos, a produção destas pode ser ultrapassada por gramíneas cultivadas nas mesmas condições (Papastylianou & Samios, 1987), sem introduzirem qualquer vantagem relativa, mesmo em relação à monocultura de cereal (Tucker *et al.*, 1971; Johnston, 1994). Nos ensaios de Armstrong *et al.* (1997) compararam-se tremoço, ervilha, grão-de-bico e cevada como precedentes do trigo; o tremoço ultrapassou sempre a cevada e grão-de-bico e, em alguns casos, a ervilha. Os resultados evidenciaram que, para além da produção de biomassa ou de azoto da cultura precedente, interessa considerar, para a avaliação dos efeitos no sistema e na produção da cultura seguinte, o índice de colheita; plantas com índice de colheita elevado, ou circunstâncias que a isso conduzem, podem originar balanços de azoto negativos, apesar de potencialmente poderem fixar muito azoto. Além disso, rotações curtas podem originar

problemas de natureza fitossanitária; no presente ensaio, o 3º e 5º anos da tremocilha foram afectados por uma praga (curculionídeo, género *Sitona*) que atacou os nódulos radiculares, diminuindo para 0,40 t ha<sup>-1</sup> a produção de grão, quando a média dos restantes anos foi de 1,61 t ha<sup>-1</sup>.

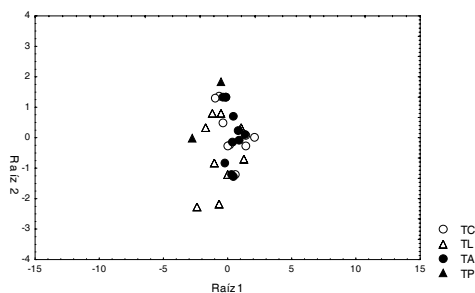
O alqueive, apesar de ser considerado pouco eficiente na conservação da água, pode conduzir a produções mais estáveis em regiões onde a distribuição da precipitação é irregular (Harris, 1963) sobretudo devido à sua acção no controlo da vegetação espontânea (Shanahan *et al.*, 1988). A influência do alqueive pode ainda ser confundida pela ocorrência de anomalias na condução e colheita da cultura principal (McEwen *et al.*, 1989). Reddy *et al.* (1986) testaram várias leguminosas para sideração antecedendo centeio, azevém, milho ou trigo; em qualquer dos casos a produção foi superior na rotação com as leguminosas do que com alqueive.

Em média dos dois anos, o cereal após prado e adubado com azoto produziu menos grão e palha do que o trigo após leguminosa e praticamente o mesmo grão que após consociação (Quadro 5). A produção obtida em 1991 foi inferior à de 1992 devido, nomeadamente, à escassez da precipitação ocorrida nos meses de Abril a Junho.

Também Johnston *et al.* (1994) obtiveram resposta à adubação azotada do trigo que se seguiu a um prado de 4 anos; entre a modalidade sem adubação e a que recebeu 100 kg N ha<sup>-1</sup>, a produção de grão aumentou 0,48 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que no nosso caso o aumento (média dos dois anos), com 90 kg N ha<sup>-1</sup>, foi de 0,94 t

**Quadro 5** – Valores médios (t ha<sup>-1</sup>) da produção de grão e palha do cereal semeado após prado de sequeiro e restantes rotações.

Rotação e Tratamento	TP1 (1991)		TC1	TL1	TA1	TP2 (1992)		TC2	TL2	TA2
	com N	sem N				com N	sem N			
Grão	1,84	0,78	2,07	2,52	1,78	3,86	3,04	3,72	4,16	3,29
Palha	4,78	1,50	5,56	6,14	4,96	7,91	4,54	5,90	7,55	6,99



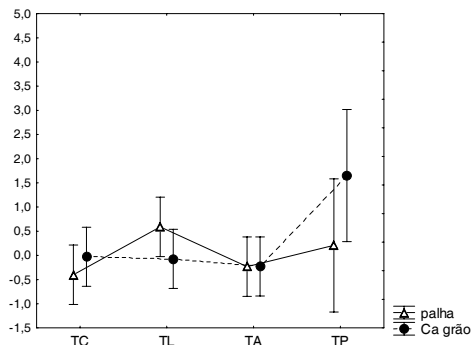
**Figura 6** – Representação gráfica da CDA elaborada a partir da matriz numérica de produção, agrupada pelos quatro tratamentos.

ha<sup>-1</sup>. Nas condições do ensaio parece, por isso, justificar-se a adubação azotada ao trigo que segue um prado.

O estudo multivariado da biomassa cerealífera por tratamento não mostrou comportamentos significativamente diferenciais para qualquer um dos quatro tratamentos. Contudo, a comparação de TA, TC e TL com TP deixa ver uma diferença tendencial, especialmente pelos valores mais extremos recolhidos para TP (Figura 6).

Os valores numéricos resultantes desta análise (Quadro 6) apontam às variáveis Ca grão e palha como as mais discriminantes, mas com valores não significativos. Observando o comportamento dos valores médios para estas duas variáveis (Figura 7), verifica-se um comportamento diferencial da rotação TP em ambos os casos.

Em qualquer caso, estes resultados não podem ser considerados como significativos e sim como tendenciais, tendo em conside-



**Figura 7** – Representação da variação dos valores médios para as variáveis mais discriminantes, resultantes da CDA sobre a matriz numérica de biomassa.

ração os resultados da análise discriminante anterior. Na sequência do esquema metodológico proposto, foi realizada a análise de biomassa sem o TP. Porém, a eliminação deste tratamento não permitiu a realização da CDA, uma vez que não foram detectadas quaisquer variáveis discriminantes (de modo significativo ou tendencial).

Os resultados obtidos teriam beneficiado caso se incluísse a repetição, em todos os anos, de todas as fases das rotações. Também a inclusão da rotação cereal-cereal beneficiaria a análise dos resultados obtidos.

Um aspecto que se crê merecer investigação futura é o que respeita à monitorização adequada da incorporação de resíduos nas diferentes alternativas em estudo, nomeadamente, restolho e raízes das diversas culturas e vegetação espontânea do ano de alqueive.

**Quadro 6** – Relação das variáveis mais discriminantes resultantes da CDA sobre a matriz numérica de produção.

	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove <sup>(3,27)</sup>	p-level	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
Ca grão	0,815385	0,782399	2,503079	0,080526	0,947621	0,052379
palha	0,805483	0,792018	2,363381	0,093355	0,947621	0,052379

## CONCLUSÕES

Nas condições deste ensaio, as diferentes rotações testadas não influenciaram significativamente a produção de cereal. A rotação com alqueive não origina benefícios à cultura de cereal e conduz a produções de biomassa total que, no longo prazo, são sensivelmente metade das rotações alternativas em ensaio.

O trigo cultivado após prado de sequeiro não dispensa a adubação azotada.

A rotação com tremocilha consegue manter produções de cereal superiores às das restantes rotações, embora a diferença não seja estatisticamente significativa. Apesar desta vantagem, o cultivo de tremocilha em anos alternados no mesmo terreno levanta problemas de natureza fitossanitária que, não obstante a solução possível, criam uma desvantagem relativamente a outras rotações. Além disso, a rotação com tremocilha, nas condições do ensaio, parece ter efeitos a nível da fertilidade do solo que, a manterem-se, exigirão uma atenção especial. As diversas rotações influenciam a evolução de algumas características químicas do solo, nomeadamente, o valor do pH e os teores de  $P_2O_5$ , matéria orgânica e Ca de troca, que indiciam alguma desvantagem para a rotação cereal-leguminosa de grão.

A escolha da variedade de cereal mostrou ser um aspecto importante na condução do ensaio e valor dos resultados obtidos. O trigo Barbela, inicialmente semeado por ser o mais cultivado na região, criou em alguns anos problemas na colheita e mostrou ser um factor limitativo para a obtenção de maiores produções e variabilidade da resposta às diferentes condições em ensaio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, W.; Morris, H. & Dawson, R. (1970) - Effect of cropping systems and nitrogen levels on corn (Zea mays) yields in the southern Piedmont region. *Agronomy Journal* 62: 655-659.
- Agroconsultores & Coba (1991) - *Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal*. UTAD, Agroconsultores e COBA, PDRITM.
- Albuquerque, J. (1954) - *Carta Ecológica de Portugal*. Lisboa, Ministério da Economia, Direcção Geral dos Serviços Agrícolas.
- Alves, J. A. (1961) - O Problema da Manutenção da Fertilidade na Agricultura do Sul. Notas para o seu estudo. *Melhoramento* 14: 9-456.
- Alves, J. (1986) - *Práticas culturais de sequeiro. Possíveis alternativas em Portugal*. Lisboa, MAPA, INIAER, Divulgação 32.
- Amir, J. & Sinclair, T. (1994) - Cereal grain yield: Biblical aspirations and modern experience in the middle east. *Agronomy Journal* 86: 362-364.
- Armstrong, E.; Heenan, D.; Pate, J. & Unkovich, M. (1997) - Nitrogen benefits of lupins, field pea and chickpea to wheat production in south-eastern Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 39-47.
- Azevedo, Á. L. (1973) - *Evolução do Teor em Matéria Orgânica de Solos Sujeitos a Diferentes Tratamentos*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Azevedo, Á. (1992) - Ensaio sobre o problema do estabelecimento de rotações. In: *Dia da Universidade*. Universidade de Évora, Évora, pp. 17-57.
- Barber, S. (1972) - Relation of weather to the influence of hay crops on subsequent corn yields on a chalmers silt loam. *Agronomy Journal* 64: 8-10.
- Bowman, R.; Reeder, J. & Lober, R. (1990) - Changes in soil properties in a central plains rangeland soil after 3, 20, and 60 years of cultivation. *Soil Science* 150: 851-857.
- Brown, J. (1994) - The Sanborn field experiment. In: Leigh R. A. & Johnston A. E. - *Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences*. CAB International, Wallingford, pp. 39-52.
- Camberato, J. & FREDERICK, J. (1994) - Residual maize fertilizer nitrogen availability to wheat on the southeastern coastal plain. *Agronomy Journal* 86: 962-967.
- Carvalho, M. & Azevedo, Á. (1991) - *Rotação de Culturas. Texto de apoio para as disciplinas de Agricultura Geral e Máquinas Agrícolas I e II*. Universidade de Évora, Évora.
- Chan, K. & Heenan, D. (1993) - Effects of lupin on soil properties and wheat production. *Aust. J. Agric. Res.* 44: 1971-1984.
- Coventry, D. & Slattery, W. (1991) - Acidification of soil associated with lupins grown in a crop rotation

- in North-eastern Victoria. *Aust. J. Agric. Res.* 42: 391-397.
- Dick, W.; Mccoy, E.; Edwards, W. & Lal, R. (1991) - Continuous application of no-tillage to Ohio soils. *Agronomy Journal* 83: 65-73.
- DRTM (1982) - *Contribuição para o Ordenamento Agrícola da Região de Trás-os-Montes*. Gabinete de Planeamento da DRTM, Mirandela.
- Fenster, C.; Domingo, C. & Burnside, O. (1969) - Weed control and plant residue maintenance with various tillage treatments in a winter wheat-fallow rotation. *Agronomy Journal* 61: 256-259.
- Gantzer, C., Anderson, S., Thompson, A. & Brown, J. (1991) - Evaluation of soil loss after 100 years of soil and crop management. *Agronomy Journal* 83: 74-77.
- Gonçalves, D. (1976/77) - *Cadeira de Climatologia*. Instituto Politécnico de Vila Real, Vila Real.
- Grace, P., Oades, J. (1994) - Long-term field trials in Australia. In: Leigh, R. A. & Johnston, A. E. (Eds.) - *Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences*. CAB International, Wallingford, pp. 53-81.
- Greenland, D. (1994) - Long-term cropping experiments in developing countries. In: Leigh, R. A. & Johnston, A. E. (Eds.) - *Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences*. CAB International, Wallingford, pp. 187-209.
- Griffith, D.; Mannering, J. & Box, J. (1986) - Soil moisture management with reduced tillage. In: Sprague, M. A. & Triplett, G. B. (Eds.) - *No-tillage and surface-tillage agriculture*. John Wiley & Sons, New York, pp. 19-57.
- Harris, W. (1963) - Effects of residue management, rotations and nitrogen fertilizer on small grain production in northw. Kansas. *Agronomy Journal* 3: 281-284.
- Heenan, D.; Taylor, A.; Cullis, B. & Lill, W. (1994) - Long term effects of rotation, tillage and stubble management on wheat production in southern N.S.W. *Aust. J. Agric. Res.* 45: 93-117.
- Izaurrealde, R.; Choudhary, M.; Juma, N.; McGill, W. & Haderlein, L. (1995) - Crop and nitrogen yield in legume-based rotations practiced with zero tillage and low-input methods. *Agronomy Journal* 87: 958-964.
- Johnston, A. (1994) - The Rothamsted classical experiments. In: Leigh, R. A. & Johnston, A. E. (Eds.) - *Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences* CAB International, Wallingford, pp. 9-37.
- Johnston, A.; Mcwen, J.; Lane, P.; Hewitt, M.; Poulton, P. & Yeoman, D. (1994) - Effects of one to six year old rye-grass-clover leys on soil nitrogen and on the subsequent yields and fertilizer nitrogen requirements of the arable winter wheat, potatoes, winter wheat, winter beans (*Vicia faba*) grown on a sandy loam soil. *Journal of Agricultural Science* 122: 73-89.
- Kanal, A. & Kolli, R. (1996) - Influence of cropping on the content, composition and dynamics of organic residue in the soil of the plough layer. *Biol. Fertil. Soils* 23: 153-160.
- Karimian, N. & Razmi, K. (1990) - Influence of perennial plants on chemical properties of arid and calcareous soils in Iran. *Soil Science* 150: 717-721.
- Lockhart, J. & Wiseman, A. (1988) - *Introduction to Crop Husbandry including grassland*. Pergamon Press, Oxford.
- López-bellido, L.; Fuentes, M.; Castillo, J.; López-garrido, F. & Fernández, E. (1996) - Long-term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rainfed Mediterranean conditions. *Agronomy Journal* 88: 783-791.
- Lory, J.; Russelle, M. & Peterson, T. (1995) - A comparison of two nitrogen credit methods: traditional vs. difference. *Agronomy Journal* 87: 648-651.
- Ludwig, J. A. & Reynolds, J. F. (1988) - *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. Ed. John Wiley & Sons, New York.
- Mahler, R. & Harder, R. (1984) - The influence of tillage methods, cropping sequence, and N rates on the acidification of a Northern Idaho soil. *Soil Science* 137: 52-60.
- Martins, A. R.; Crespi, A. L.; Bernardos, S.; Branco, M. A.; Castro, A.; Fernandes, C. P.; Janiak, A.; Santos, C.; Afonso, C.; Carvalho, G.; Lobato, A.; Hoelzer, A.; Amich, F. & Wozniwoda, B. (2004) - Sistema de caracterización fitoclimatológico de táxones en el Norte de Portugal. II. Grupos bioclimáticos. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 99 (1-4): 5-17.
- Mclay, C.; Barton, L. & Tang, C. (1997) - Acidification potential of tem grain legume species grown in nutrient solution. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 1025-1032.
- Mcwen, J.; Darby, R.; Hewitt, M. & Yeoman, D. (1989) - Effects of field beans, fallow, lupins, oats, oilseed rape, peas, ryegrass, sunflowers and wheat on nitrogen residues in the soil and on the growth of a subsequent wheat crop. *Journal of Agricultural Science* 115: 209-219.
- Mercik, S. (1994) - Long-term agricultural experiments in eastern Europe. In: Leigh, R. A. & Johnston, A. E. (Eds.) - *Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences*. CAB International, Wallingford, pp. 211-219.

- Meyer, B., Anderson, D., Böhning, R. & Fratiante, D. (1983) - *Introdução à Fisiologia Vegetal*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Morachan, Y.; Moldenhauer, W. & Larson, W. (1972) - Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn: I. Yields and soil physical properties. *Agronomy Journal* 64: 199-203.
- Moreira, N. (1985) - *Consociação de Aveia com Ervilhaca. Como obter uma alta produção com um só corte de forragem*. IUTAD, Série Divulgação 6.
- Moreira, N. (s.d.) - *Os Sistemas de Agricultura do Nordeste*. IUTAD, Vila Real.
- Odell, R., Melsted, S. & Walker, W. (1984) - Changes in organic carbon and nitrogen of Morrow plot soils under different treatments, 1904-1973. *Soil Science* 137: 160-171.
- Papastylianou, I. (1987) - Effect of preceding legume or cereal on barley grain and nitrogen yield. *Journal of Agricultural Science* 108: 623-626.
- Papastylianou, I. & Samios, TH. (1987) - Comparison of rotations in which barley for grain follows woollypod vetch or forage barley. *Journal of Agricultural Science* 108: 609-615.
- Porter, P.; Lauer, J.; Lueschen, W.; Ford, J.; Hoverstad, T.; Oplinger, E. & Crookston, R. (1997) - Environment affects the corn and soybean rotation effect. *Agronomy Journal* 89: 442-448.
- Powers, R. & Cleve, K. (1991) - Long-term ecological research in temperate and boreal forest ecosystems. *Agronomy Journal* 83: 11-24.
- Reddy, K.; Soffes, A. & Prine, G. (1986) - Tropical legumes for green manure. I. Nitrogen production and the effects on succeeding crop yields. *Agronomy Journal* 78: 1-4.
- Reeves, T. & Ewing, M. (1993) - Is ley farming in mediterranean zones just a passing phase? In: Baker, M. J.(Ed.) - *Grasslands for our world*, SIR Publishing, Wellington, pp. 810-818.
- Ribeiro, O. (1991) - *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. Livraria Sá da Costa, Lisboa.
- Sampaio, J. (1985) - Reflexões sobre a Cultura do Trigo em Portugal. *Vida Rural* 218: 17 - 20.
- Santos, A.; Ribeiro, R. & Crespi, A. L. (2004) - Sweet cherry growth differs mostly with rootstock vigour and/but much less with budding height. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 32(3): 309-318
- Shanahan, J. & Anderson, R., Greb, B. (1988) - Productivity and water use of proso millet grow under three crop rotations in the central great plains. *Agronomy Journal* 80: 487-492.
- Sousa, F. (1991) - Proposta de Modelo para a Valorização de Carne de Bovinos de Raças Autóctones - o caso da raça Mirandesa. *Aldeia* 91: 4-8.
- Terron, P. (1989) - *Tratado de Fitotecnia General*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Triplett, G. A. (1986) - Crop management practices for surface-tillage systems. In: Sprague, M. A. & Triplett, G. B. (Eds.) - *No-tillage and surface-tillage agriculture*. John Wiley & Sons, New York, pp. 149-182.
- Tucker, B.; Cox, M. & Eck, H. (1971) - Effect of rotations, tillage methods and N fertilization on winter wheat production. *Agronomy Journal* 63: 699-702.
- White, P.; Nersoyan, N. & Christiansen, S. (1994) - Nitrogen cycling in a semi-arid mediterranean region: changes in soil N and organic matter under several crop/livestock production systems. *Aust. J. Agric. Res.* 45: 1293-1307.