



ECONOMICAL AND ENVIRONMENTAL TRADE-OFFS OF TRADITIONAL MEDITERRANEAN DRY FARMING SYSTEMS IN THE ALENTEJO REGION OF PORTUGAL

Maria Maurícia Rosado¹; Rui Manuel S. Fragoso²; Carlos Marques³

1– Universidade de Évora, Departamento de Zootecnia, ICAAM, mmcr@uevora.pt

2- Universidade de Évora, Departamento de Gestão, CEGAGE

3 - Universidade de Évora, Departamento de Gestão, CEFAGE



INTRODUÇÃO

A importância da dimensão ambiental da agricultura foi reforçada nas reformas da Política Agrícola Comum (PAC) de 2000 e de 2003.

A PAC passou a incluir aspectos relativos à preocupação ambiental e aos efeitos ambientais, nomeadamente, promovendo a implementação de medidas agro-ambientais, o desligamento das ajudas da produção e adoptando exigências de ecocondicionalidade.

A competitividade do sector agrícola, a multifuncionalidade da agricultura e a utilização sustentável dos recursos são objectivos centrais da PAC.



INTRODUÇÃO

A avaliação económica das explorações agrícolas deve ser complementada com indicadores ambientais que avaliem e monitorizem as consequências ambientais dos sistemas produtivos praticados.

Numa fase inicial a avaliação ambiental da actividade agrícola incidiu sobre o solo e água, visando aspectos ambientais específicos como a erosão do solo e a poluição resultante de fertilizantes.

Com os Protocolos de Quioto e de Gotemburgo as questões relacionadas com as alterações climáticas, a emissão de gases de efeito de estufa, a emissão de substâncias acidificantes e eutrofizantes adquiriram importância crescente.

ESADR: 15-19 outubro 2013



INTRODUÇÃO

Muitas metodologias de avaliação ambiental utilizam como indicadores os *inputs* e os *outputs* de recursos naturais, como o azoto e a energia não renovável.

A metodologia da Análise do Ciclo de Vida permite avaliar um grande número de impactes ambientais associados a um produto, processo ou actividade, através da análise e quantificação do consumo de recursos e das emissões resultantes (Eco-indicador 95).

No futuro é espectável que o apoio e orientação aos agricultores esteja associado ao desempenho ambiental dos seus sistemas de produção, o que requer uma avaliação económica e ambiental integrada dos sistemas agrícolas e dos respectivos “trade-offs”.

ESADR: 15-19 outubro 2013

4



OBJECTIVOS

1.- Proceder à avaliação produtiva, económica e ambiental de dois sistemas de produção agrícola de sequeiro do Alentejo:

- Sistema de produção de culturas arvenses
- Sistema misto de produção animal em extensivo

2.- Explorar os trade-offs entre a análise económica e ambiental de forma a que os resultados possam ser usados para orientar as opções produtivas no âmbito da PAC.

ESADR: 15-19 outubro 2013

5



MATERIAL E MÉTODOS

1. CARACTERIZAÇÃO DAS EXPLORAÇÕES

EXPLORAÇÃO MISTA

Área: 250 ha

Solos: classe C, D e E (classe dominante D)

Rotação cultural

Trigo mole – Aveia – AveiaxVícia – Trigo Duro – Azevém

Pastagem natural – 53,7 ha + 50 ha alugados

Pastagem natural melhorada – 25 ha

Pecuária: **Bovinos de carne em regime extensivo** com venda de vitelos ao desmame:

EXPLORAÇÃO DE CULTURAS ARVENSES

Área: 250 ha

Solos: classe A, B,C (classe dominante A)

Rotação cultural

Girassol – Trigo Rijo 1 – Ervilha – Trigo Rijo 2

ESADR: 15-19 outubro 2013



MATERIAL E MÉTODOS

2. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES

- BALANÇO DE AZOTO
- *INPUT* DE ENERGIA

- ANÁLISE DO CICLO DE VIDA (SimaPro 6.0):

- Eco-indicador 95



- emissão de gases de efeito de estufa
- emissão de substâncias acidificantes
- emissão de substâncias eutrofizantes



MATERIAL E MÉTODOS

3. AVALIAÇÃO ECONÓMICA DE ACTIVIDADES

PROVEITOS (Produtos + Ajudas)

ENCARGOS (Variáveis + Fixos)

INDICADORES ECONÓMICOS:

- Custo de produção completo
- Margem bruta
- Margem líquida



MATERIAL E MÉTODOS

4. AVALIAÇÃO ECONÓMICA E AMBIENTAL

Modelos de programação linear (GAMS-general algebraic model system): maximizar a margem líquida da exploração, determinar o impacte ambiental do uso da terra e quantificar o *trade-off* entre critérios económicos e ambientais.

$$\text{Max } Z = \sum_p p_j X_j \quad (1)$$

s.a.

$$\sum_j X_j \leq s \quad (2)$$

$$X_j \leq x_j^0 \quad (3)$$

$$\sum_j e_{ij} X_j \leq x_j^0 \quad \forall i \quad (4)$$

Estrutura matemática do modelo de P.L. desenvolvido para o sistema de produção de culturas arvenses

ESADR: 15-19 outubro 2013

9



MATERIAL E MÉTODOS

Estrutura matemática do modelo de P.L. desenvolvido para o sistema misto de produção animal em extensivo

$$\text{Max } Z = \sum_k p_k X_k + pY \quad \text{with } k \in j \quad (5)$$

s.a.

$$\sum_j X_j \leq s \quad (6)$$

$$X_j \leq x_j^0 \quad (7)$$

$$\sum_j e_{ij} X_j \leq x_j^0 \quad \forall i \quad (8)$$

$$\sum_l n_{lt} X_l + \sum_f W_{ft} - r_t Y \geq 0 \quad \forall t \text{ and with } l \text{ and } f \in j \quad (9)$$

$$\sum_t \frac{W_{ft}}{n_{ft}} \leq X_f \quad \forall f \quad (10)$$

$$Y \leq y^0 \quad (11)$$

ESADR: 15-19 outubro 2013



Resultados

Tabela 1: Efeitos ambientais do sistema de culturas arvenses

Indicadores ambientais	Girassol	Trigo Duro 1	Ervilha	Trigo Duro 2	Sistema
Balanço de azoto (kg/ha)	-17.0	22.9	35.7	25.7	16.8
Input de energia (GJ/ha)	2.93	11.37	3.81	9.60	6.93
Emissões Gases de Efeito de Estufa (kg CO ₂ eq./ha)	369	2514	186	2262	1333
Acidificação (kg SO ₂ eq./ha)	3.45	33.36	3.21	31.32	17.84
Eutrofização (kg PO ₄ eq./ha)	0.62	10.74	1.47	10.38	5.80
Eco-indicator 95 (pt/ha)	1.92	9.13	1.77	8.10	5.23

Fonte: Azoto , energia e SimaPro *output*

ESADR: 15-19 outubro 2013



Resultados

Tabela 2: Efeitos ambientais do sistema de produção misto

Indicadores Ambientais	Trigo	Trigo duro	Aveia	Aveia x vicia	Azevém	Sistema
Nitrogen Balance (kg/ha)	75.7	79.7	23.4	20.4	2.3	40.3
Energy Input (GJ/ha)	11.52	11.99	8.45	6.59	5.02	16.8
Greenhouse gas emissions (kg CO ₂ eq./ha)	2516	3095	1344	698	1016	1734
Acidification (kg SO ₂ eq./ha)	35.9	43.7	19.0	10.0	12.6	24.2
Eutrophication (kg PO ₄ eq./ha)	11.6	13.1	7.6	6.1	6.4	8.96
Eco-indicator 95 (pt/ha)	9.94	11.31	5.97	3.49	4.15	6.97

Fonte: Azoto , energia e SimaPro *output*

ESADR: 15-19 outubro 2013



Resultados

Tabela 3 – Efeitos ambientais da exploração e trade-offs para a exploração de culturas arvenses

Variáveis	Valores	Duais
Rendimento liquido da exploração (€)	81 336	n.a.
Subsídios (€)	72 630	n.a.
Terra (ha)	250	326 (€/ha)
Implementação da rotação 1ª (ha)	0	169 (€/ha)
Implementação da rotação 2ª (ha)	0	28 (€/ha)
Implementação da rotação 3ª (ha) (ha)	0	157 (€/ha)
Balanço do Azoto (Kg N)	4 203.75	19.35 (€/KgN)
Input de energia (GJ)	1 655	49.15 (€/GJ)
Emissões Gases Efeito de Estufa (Kg CO ₂ eq.)	333 175	0.244(€/KgCO ₂ eq)
Acidificação (Kg SO ₂ eq.)	4 458.75	18.24(€/KgSO ₂ eq)
Eutrofização (Kg de PO ₄ eq.)	1 450,63	56.07(€/KgPO ₄ eq)
Eco 95 (Pt)	1 307.5	62.21 (€/Pt)

n.a.= não se aplica

Fonte: Resultados do modelo

ESADR: 15-19 outubro 2013



Resultados

Tabela 4 – Efeitos ambientais da exploração e trade-offs para a exploração mista

Variáveis	Valores	Preços duais
Rendimento liquido da exploração (€)	42 791	n.a.
Subsídios (€)	63 955	n.a.
Terra (ha)	250	171 (€/ha)
Implementação da Rotação 1ª (ha)	0	3,9 (€/ha)
Implementação da Rotação 2ª (ha)	0	17,3 (€/ha)
Implementação da Rotação 3ª (ha)	0	0 (€/ha)
Implementação da Rotação 4ª (ha)	0	246,3(€/ha)
Implementação da Rotação 5ª (ha)	0	236,2(€/ha)
Implementação da Rotação 6ª (ha)	0	146,5(€/ha)
Implementação da Rotação 7ª (ha)	0	35,3(€/ha)
Balanço nutricional Animal 1ª (FU)	0	0,147(€/FU)
Balanço nutricional Animal 2ª (FU)	0	0,147(€/FU)
Balanço nutricional Animal 3ª (FU)	0	0,147(€/FU)
Balanço nutricional Animal 4ª (FU)	0	0,147(€/FU)
Balanço nutricional Animal 5ª (FU)	0	0,147(€/FU)
Balanço do Azoto (Kg N)	8 075.4	5.30(€/KgN)
Input energia (GJ)	1 813.6	23.60 (€/GJ)
Emissões Gases Efeito Estufa (KgCO ₂ eq.)	395 621	0.11(€/KgCO ₂ eq.)
Acidificação (Kg SO ₂ eq.)	4 584.3	9.61(€/Kg SO ₂ eq.)
Eutrofização (Kg de PO ₄ eq.)	1 737.9	24.62 (€/Kg PO ₄ eq.)
Eco 95 (Pt)	1 378.6	31.05 (€/Pt)

n.a.= não se aplica

Fonte: Resultados do modelo

ESADR: 15-19 outubro 2013



CONCLUSÕES

Sistema de culturas arvenses

- A avaliação económica realçou a importância do trigo duro na rotação (rendimento líquido 2 a 3 vezes superior ao obtido no girassol e na ervilha).
- 89 % do rendimento líquido da exploração foi devido aos subsídios.
- A avaliação ambiental evidenciou que o girassol e a ervilha originaram efeitos ambientais muito inferiores aos do trigo reduzindo o impacto ambiental do sistema em cerca de 40%.
- O trade-off do Eco-indicador 95 indicou que a redução de uma unidade se traduz na diminuição do rendimento da exploração em 62€.

ESADR: 15-19 outubro 2013

15



CONCLUSÕES

Sistema de produção misto

- A avaliação económica realçou que o rendimento líquido da exploração foi metade do rendimento líquido do sistema de culturas arvenses.
- Os subsídios representaram 88% do rendimento da exploração (bovinos de carne).
- A avaliação ambiental evidenciou que o sistema origina impactos ambientais superiores ao das culturas arvenses (mais 5.4 pontos do Eco-indicador 95)
- O trade-off do Eco-indicador 95 indicou que a redução de uma unidade se traduz na diminuição do rendimento da exploração inferior ao obtido no sistema de culturas arvenses (50%)

ESADR: 15-19 outubro 2013

16



CONCLUSÕES

- Os resultados globais da avaliação económica e ambiental dos dois sistemas evidenciam a importância da determinação dos trade-offs como indicadores dos potenciais custos associados à redução dos impactos ambientais.
- Os resultados obtidos evidenciaram a importância dos subsídios no rendimento obtido e sugerem que poderão continuar a desempenhar um papel importante numa futura política agrícola se conjugarem os aspectos económicos e ambientais e promoverem a sustentabilidade dos sistemas de produção.