

ROTAÇÃO DE CULTURAS EM GUARAPUAVA, PR. BRASIL

XVI EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS COM TRIGO, EM PLANTIO DIRETO

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS² e ERLEI MELO REIS³

RESUMO - Durante os anos de 1984 a 1989, na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., em Guarapuava, PR, Brasil, as espécies que compõem os sistemas de rotação de culturas com trigo foram avaliadas em relação à eficiência energética, representada pela relação entre o rendimento de grãos de cada espécie em estudo e pela energia cultural despendida pelo uso de insumos e, ainda, pelas operações realizadas nos sistemas. Os tratamentos constaram de quatro sistemas de rotação de culturas: 1) monocultura de trigo; 2) um inverno sem trigo; 3) dois invernos sem trigo; 4) três invernos sem trigo. As culturas de inverno (aveia-branca, cevada, ervilhaca, linho, trigo e tremoço) e as de verão (milho e soja) foram estabelecidas em plantio direto. As eficiências energéticas das culturas de inverno e de verão foram afetadas pelo período agrícola. A aveia-branca, a cevada e o trigo apresentaram maior eficiência energética. O milho foi a espécie mais eficiente energeticamente.

Termos para indexação: aveia-branca, cevada, ervilhaca, linho, milho, soja, tremoço, energia, produtividade cultural.

CROP ROTATION IN GUARAPUAVA, PR BRAZIL

XVI. ENERGETIC EFFICIENCY OF ROTATION SYSTEMS FOR WHEAT, UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT - From 1984 to 1989, at the Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., in Guarapuava, PR, Brazil, plant species composing rotation systems for wheat on energetic efficiency were assessed. Four rotation systems for wheat were studied: 1) monoculture; 2) one winter without wheat; 3) two winters without wheat; 4) three winters without wheat. Both winter (white oat, barley, common vetch, flax, wheat, and lupin) and summer (corn and soybean) crops were seeded under no-tillage. The energetic efficiency is calculated by dividing the grain yield of each crop by cropping energy, represented by the commodities and labor employed in the cropping systems. Energetic efficiency of crops studied was affected by the period. White oat, barley, and wheat crops showed higher energetic efficiency compared to other winter crops. The best energetic efficiency was obtained by corn.

Index terms: white oat, barley, common vetch, flax, corn, soybean, lupin, energy, cultural productivity.

INTRODUÇÃO

A rotação de culturas envolvendo tanto espécies de inverno como de verão tem contribuído para aumentar a estabilidade e os rendimentos das culturas, principalmente de trigo (Reis et al., 1983, Pereira et al., 1984, Santos et al., 1990) e de soja (Gaudêncio et al., 1986, Santos & Reis, 1991). Esta prática é

indispensável para o melhor desempenho e a maior produtividade dos cereais de inverno, em regiões de clima adverso (excesso de precipitação e temperaturas altas), como na região brasileira localizada ao Sul do paralelo 24° S (Reis et al., 1988).

Os trabalhos de rotação de culturas com trigo, nesta região, em preparo convencional de solo, foram iniciados em 1975, no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, em Passo Fundo (Pereira et al., 1984). Posteriormente, foram desenvolvidos estudos com sistemas de rotação de culturas, em plantio direto, na região de Guarapuava, Paraná (Santos, 1992).

Toda vez que se introduzirem novas tecnologias em uma propriedade agrícola, pode-se aumentar o consumo de energia (Mello, 1986). Se esse consu-

¹ Aceito para publicação em 17 de novembro de 1994.

² Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

³ Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA-CNPT. Bolsista do CNPq.

mo de energia for eficientemente aproveitado em sistemas de rotação de culturas, pode-se, a médio e a longo prazos, garantir a estabilidade e a elevação da produtividade das espécies em exploração.

Com base nisso, Pimentel (1980b) coordenou, nos Estados Unidos da América, vários trabalhos contabilizando detalhadamente os processos de obtenção dos principais insumos utilizados para produção agrícola, bem como a energia gasta para serem realizadas as principais operações de campo (semeadura, tratamentos culturais e colheita). Dentro desse enfoque, foram estudados os balanços energéticos para as culturas de aveia (Weaver, 1980), de cevada (Bukantis & Goodman, 1980), de milho (Pimentel & Burgess, 1980), de soja (Scott & Krummel, 1980) e de trigo (Briggle, 1980).

Inexistem, no Sul do Brasil, trabalhos avaliando o balanço energético da cultura de trigo, em sistemas de rotação. Mello (1986) estimou índices energéticos no Estado de Santa Catarina de algumas culturas, como feijoeiro, milho e soja.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência energética das espécies que compõem os sistemas de rotação de culturas com trigo, em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., em Guarapuava, PR (25° 23' de latitude sul, 51° 29' de longitude oeste e 1.095 m de altitude), durante os anos de 1984 a 1989, em solo classificado como Latossolo Bruno álico (EMBRAPA, 1984). A área experimental vinha sendo cultivada, anteriormente, com cevada e/ou com trigo, sob preparo convencional de solo.

Os tratamentos constaram de quatro sistemas de rotação de culturas: 1) monocultura de trigo; 2) um inverno sem trigo; 3) dois invernos sem trigo; 4) três invernos sem trigo (Tabela 1). Para permitir a avaliação do efeito do ano, o experimento teve uma combinação de tratamentos em que todas as espécies em estudo estão presentes a cada ano, permitindo que o efeito dos sistemas de rotação seja separado do efeito que as condições climáticas de cada ano causam no desempenho das culturas. No verão, a área experimental foi cultivada com milho ou com soja, de acordo com o sistema previsto por Santos et al. (1989).

Em 1984, antes da semeadura das culturas de inverno, foram coletadas amostras, nas profundidades de 0-20 cm, cujos valores foram: pH = 5,0; Al trocável = 1,36 cmol kg⁻¹

TABELA 1. Sistemas de rotação de culturas com trigo, com espécies de inverno e de verão, em plantio direto. Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1993.

Sistema de rotação	Ano				
	1984	1985	1986	1987	1988
Monocultura de trigo	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Um inverno sem trigo	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S
	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M
Dois invernos sem trigo	T/S	L/S	E/M	T/S	L/S
	L/S	E/M	T/S	L/S	E/M
	E/M	T/S	L/S	E/M	T/S
Três invernos sem trigo	T/S	A/S	C/S	Tr/M	T/S
	A/S	C/S	Tr/M	T/S	A/S
	C/S	Tr/M	T/S	A/S	C/S
	Tr/M	T/S	A/S	C/S	Tr/M

A: aveia-branca, C: cevada, E: ervilhaca, L: linho, M: milho, S: soja, Tr: tremoço e T: trigo.

Ca + Mg trocáveis = 5,39 cmol kg⁻¹; matéria orgânica = 6,9 g kg⁻¹; P extraível = 3,4 mg kg⁻¹; e K trocável = 72 mg kg⁻¹. O solo da área experimental foi corrigido com 3,7 t/ha de calcário (PRNT 75%) e com 300 kg/ha de termofosfato magnésiano Yoorin. A adubação de manutenção o foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura, e baseou-se nos resultados de análise de solo. As amostras de solo foram coletadas após a colheita das culturas de inverno e de verão (Tabela 2).

As culturas, tanto as de inverno como as de verão, foram estabelecidas em plantio direto. As épocas de semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive o tratamento de sementes de cevada e de trigo, foram realizados de acordo com a recomendação específica para cada cultura, e a colheita foi realizada com colhedora de parcelas.

Os rendimentos de grãos de aveia-branca, de cevada, de milho, de soja e de trigo foram corrigidos para umidade de 13%, e o de linho, para 10%. O rendimento de grãos da cevada foi corrigido de acordo com a classificação comercial (CEVACOR) (Ignaczak et al., 1980).

Os rendimentos de grãos de aveia-branca, de cevada, de linho, de milho, de soja e de trigo, obtidos no período de 1984 a 1988, nos diversos sistemas de rotação de culturas para trigo, são mostrados na Tabela 3.

Na conversão dos sistemas de rotação de culturas com trigo em unidades energéticas, foi utilizado um índice adaptado de Mello (1986). O índice referido divide o rendimento de grãos de cada espécie em estudo pela energia cultural, representada pelo uso de insumos e pelas operações de campo realizadas nos sistemas, e transformado em calorías (Heichel, 1980, Pimentel, 1980a, Felipe Junior et al., 1984). Neste caso, foi considerado como ren-

TABELA 2. Valores médios de pH, de alumínio, de cálcio + magnésio, de fósforo, de potássio e de matéria orgânica do solo, em diferentes anos e após as culturas de inverno e de verão.

	Ano									
	1984		1985		1986		1987		1988	
	In ¹	Ve ²	In	Ve	In	Ve	In	Ve	In	Ve
pH em água (1:1)	5,1	5,2	5,1	5,1	5,3	5,2	5,1	5,2	5,2	4,7
Al trocável (cmol kg ⁻¹)	0,39	0,54	0,46	0,49	0,35	0,59	0,93	0,93	0,83	2,47
Ca+Mg trocáveis (cmol kg ⁻¹)	8,00	7,79	7,67	7,32	7,68	7,96	6,85	6,22	7,24	7,04
P extraível (mg kg ⁻¹)	5,7	4,8	6,8	8,3	8,3	8,6	10,3	9,0	9,5	14,0
K trocável (mg kg ⁻¹)	78	128	93	147	116	151	119	144	131	164
M.O. (g kg ⁻¹)	6,8	7,0	6,8	6,8	6,9	7,2	7,0	7,2	6,9	7,5

1 In = inverno

2 Ve = verão

TABELA 3. Rendimento de grãos (kg/ha) de espécies que compõem os quatro sistemas de rotação de culturas com trigo. Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1993.

		Ano							
		1984		1985		1986		1987	
kg/ha									
Monocultura de trigo									
Trigo	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja
1.858	3.058	2.423	2.988	2.273	2.507	2.377	1.964	1.985	2.734
Um inverno sem trigo									
Trigo	Soja	Erv. ¹	Milho	Trigo	Soja	Erv.	Milho	Trigo	Soja
1.616	3.129	*	6.694	2.526	2.677	*	5.284	1.826	3.123
Erv.	Milho	Trigo	Soja	Erv.	Milho	Trigo	Soja	Erv.	Milho
*	9.416	2.713	2.865	*	7.808	2.380	2.316	*	7.951
Dois invernos sem trigo									
Trigo	Soja	Linho	Soja	Erv.	Milho	Trigo	Soja	Linho	Soja
1.492	3.110	1.026	2.558	*	8.207	2.520	2.285	1.411	2.072
Linho	Soja	Erv.	Milho	Trigo	Soja	Linho	Soja	Erv.	Milho
1.177	3.097	*	6.421	2.308	2.580	1.219	1.900	*	7.829
Erv.	Milho	Trigo	Soja	Linho	Soja	Erv.	Milho	Trigo	Soja
*	9.706	2.899	2.914	647	2.716	*	5.751	2.159	3.133
Três invernos sem trigo									
Trigo	Soja	Aveia	Soja	Ceva	Soja	Trem.	Milho	Trigo	Soja
1.752	3.079	2.616	3.001	2.202	2.455	*	4.858	1.798	3.140
Aveia	Soja	Ceva	Soja	Trem.	Milho	Trigo	Soja	Aveia	Soja
2.200	3.023	2.899	2.792	*	6.884	2.397	2.088	1.337	2.883
Ceva	Soja	Trem.	Milho	Trigo	Soja	Aveia	Soja	Ceva	Soja
2.268	2.993	*	6.130	2.466	2.681	3.463	1.861	2.059	2.870
Trem.	Milho	Trigo	Soja	Aveia	Soja	Ceva	Soja	Trem.	Milho
*	8.963	2.698	2.956	1.154	2.304	3.491	2.126	*	7.633

¹ Erv. = ervilhaça. ² Ceva = cevada e ³ Trem. = tremçoço.

* Cultura para cobertura do solo, no inverno e, para adubação verde, no verão.

dimento da ervilhaca a incorporação ao solo de 90 kg de N/ha (Derpsch & Calegari, 1992). Este índice é denominado produtividade cultural ou eficiência energética. O resultado é dado em kg/Kcal.

$$\text{Produtividade cultural} = \frac{\text{rendimento de grãos (kg/ha)}}{\text{energia cultural (calorias/ha)} \times 1.000}$$

A energia cultural é a energia gasta na obtenção de um bem ou de um serviço. Exemplo: a energia gasta para se obter um (1) kg de uréia é 6.917 Kcal, ou a energia gasta para se aplicar um fungicida é 2.356 kcal por hora. Desta maneira, o total de Kcal é causado pela quantidade ou número de horas utilizadas nas operações de campo. Como os valores da eficiência energética foram relativamente baixos, os dados foram transformados em Mcal (Kcal x 1.000).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área total da parcela foi de 60 m² (10 m de comprimento por 6 m de largura). Foram feitas análises de variância individual e conjunta para as

características estudadas. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, a de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando somente a eficiência energética das culturas de inverno que produziram grãos (aveia-branca, cevada, linho e trigo), houve diferenças significativas entre as médias individuais anuais e entre a média conjunta dos dados (Tabela 4). O linho foi a espécie que mostrou menor eficiência energética (0,71 kg/Mcal), comparado à aveia-branca (1,34 kg/Mcal), à cevada (1,45 kg/Mcal) e ao trigo (valor médio dos tratamentos: 1,22 kg/Mcal). Desta forma, a aveia-branca, a cevada e o trigo mostraram melhor aproveitamento de cada caloria investida do que o linho.

Neste período de estudo, o rendimento de grãos de linho foi relativamente baixo (Tabela 3). Isto, por sua vez, repercutiu diretamente na sua eficiência

TABELA 4. Produtividade cultural estimada (kg/Mcal) de espécies de inverno produtoras de grãos. Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1993.

	Ano					Média
	1984	1985	1986	1987	1988	
	----- kg/Mcal -----					
Monocultura de trigo	1,08 b	1,22 c	1,32 a	1,31 c	1,05 ab	1,20 a
Um inverno sem trigo						
Trigo	0,93 bc	1,37 bc	1,47 a	1,32 c	0,97 bc	1,21 a
Dois invernos sem trigo						
Linho	0,71 d	0,70 d	0,39 b	0,84 d	0,89 cd	0,71 b
Trigo	0,86 cd	1,47 abc	1,34 a	1,40 c	1,15 a	1,24 a
Três invernos sem trigo						
Aveia	1,28 a	1,72 a	0,68 b	2,23 a	0,81 d	1,34 a
Cevada	1,31 a	1,55 ab	1,29 a	1,93 b	1,15 a	1,45 a
Trigo	1,02 bc	1,37 bc	1,44 a	1,33 c	0,95 bc	1,22 a
Média	1,03	1,34	1,13	1,48	0,99	1,20
C.V. (%)	10,23	14,92	17,19	6,61	8,95	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

** Significância de 1 %.

energética, isto é, o linho não correspondeu à energia ofertada.

Com relação às culturas de inverno estudadas (aveia-branca, cevada, ervilhaca, linho, trigo e tremoço), observaram-se diferenças significativas entre as médias individuais anuais e a média conjunta dos dados para eficiência energética (Tabela 5). A ervilhaca (0,15 kg/Mcal) e o tremoço (0,07 kg/Mcal) mostraram menores índices de eficiência energética.

De acordo com a discussão anterior, novamente o linho foi a espécie que apresentou menor eficiência energética. Por outro lado, a aveia-branca, a cevada e o trigo mostraram a maior eficiência energética. Nos trabalhos conduzidos por Weaver (1980), Bukantis & Goodman (1980) e Briggie (1980), foram encontrados valores relativamente baixos quanto à eficiência energética de aveia-branca, cevada e trigo, respectivamente, 1,06, 1,03 e 0,94 kg/Mcal, em plantio com preparo convencional do solo. Na média dos sistemas de rotação, os anos de

1985 e de 1987 manifestaram maior índice de eficiência energética, em comparação com os demais períodos agrícolas.

Deve ser levado em consideração que a precipitação pluvial durante o ciclo do trigo, neste período de estudo (1984 = 668 mm, 1985 = 402 mm, 1986 = 659 mm, 1987 = 568 mm e 1988 = 280 mm), ocorreu abaixo da normal (849 mm). Contudo, de 1984 a 1987, a precipitação pluvial esteve pouco acima da requerida para esta espécie (aproximadamente 400 mm). Por outro lado, em julho e em agosto de 1984 houve precipitação de granizo e, principalmente, formação de geada, que afetaram a cultura do trigo (Tabela 3).

Com relação ao ano de 1986, no final do mês de outubro, próximo à colheita da aveia-branca e do linho, ocorreu precipitação de granizo, provocando perdas elevadas de grãos, nestas duas espécies.

Conforme foi relatado, em 1988 houve seca prolongada na região, a qual prejudicou as culturas de inverno. Isto, por sua vez, pode explicar, em parte,

TABELA 5. Eficiência energética estimada (kg/Mcal) de espécies de inverno. Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1993.

	Ano					Média
	1984	1985	1986	1987	1988	
	----- kg/Mcal -----					
Monocultura de trigo	1,08 b	1,22 c	1,32 a	1,31 c	1,05 ab	1,20 a
Um inverno sem trigo						
Ervilhaca	0,07 f	0,20 e	0,16 cd	0,17 e	0,17 e	0,15 c
Trigo	0,93 cd	1,37 bc	1,47 a	1,32 c	0,97 bc	1,21 a
Dois invernos sem trigo						
Ervilhaca	0,07 f	0,20 e	0,16 cd	0,17 e	0,17 e	0,15 c
Linho	0,71 e	0,70 d	0,39 c	0,84 d	0,89 cd	0,71 b
Trigo	0,86 d	1,47 abc	1,34 a	1,40 c	1,15 a	1,24 a
Três invernos sem trigo						
Aveia	1,28 a	1,72 a	0,68 b	2,23 a	0,81 d	1,34 a
Cevada	1,31 a	1,55 ab	1,29 a	1,93 b	1,15 a	1,45 a
Tremoço	0,05 f	0,08 e	0,08 d	0,08 e	0,08 e	0,07 c
Trigo	1,02 bc	1,37 bc	1,44 a	1,33 c	0,95 bc	1,22 a
Média	0,74 C	0,98 AB	0,83 BC	1,08 A	0,74 C	0,87
C.V. (%)	12,70	18,16	20,79	6,97	10,58	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e maiúscula, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

** Significância de 1%.

os baixos índices de eficiência energética, manifestado por estas espécies.

Levando-se em conta as culturas de verão, notaram-se diferenças significativas entre as médias individuais anuais e conjunta de dados quanto à eficiência energética (Tabela 6). O milho apresentou maior índice de eficiência energética (valor médio dos tratamentos: 3,70 kg/Mcal) em relação à soja (valor médio dos tratamentos: 1,81 kg/Mcal), o que significa que cada unidade de calor investida no milho rendeu mais do que na soja e do que em todas as espécies de inverno (Tabelas 5 e 6). Por outro lado, estudos com espécies de verão revelaram índices de eficiência energética relativamente baixos nas culturas de milho (Mello, 1986 - 1,25 kg/Mcal e Pimentel & Burgess, 1980 - 0,93 kg/Mcal) e soja (Mello, 1980 - 0,78 kg/Mcal e Scott & Krummel, 1980 - 0,76 kg/Mcal), em plantio com preparo con-

vencional do solo. Além disso, na média de todos os sistemas de rotação e dos períodos agrícolas, as culturas de verão (2,37 kg/Mcal) mostraram maior índice de eficiência energética do que as culturas de inverno (0,87 kg/Mcal).

Segundo a tabela de valores energéticos de alimentos para suínos e aves, da EMBRAPA (1989), um kg de soja (5.220 kcal) tem mais calorias do que um kg de milho (3.950 kcal). Entretanto, o milho foi a espécie que apresentou maior rendimento de grãos (média dos tratamentos = 7.303 kg/ha) por unidade de área, em relação à soja (média dos tratamentos = 2.685 kg/ha), nesse período de estudo (Tabela 3). Isto mostra que os insumos (fertilizantes e defensivos) ofertados a esta gramínea tiveram a melhor conversão de energia (Tabela 6). Na média dos sistemas de rotação para as culturas de verão, os maiores índices de eficiência energética ocorreram no

TABELA 6. Eficiência energética estimada (kg/Mcal) de espécies de verão. Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1993.

	Ano					Média
	1984	1985	1986	1987	1988	
	----- kg/Mcal -----					
Monocultura de trigo						
Soja	2,27 b	1,90 b	1,49 b	1,41 cd	1,85 c	1,78 b
Um inverno sem trigo						
Milho	4,74 a	3,29 a	3,94 a	2,53 b	3,72 b	3,64 a
Soja	2,32 b	1,82 b	1,59 b	1,66 c	2,12 c	1,90 b
Dois invernos sem trigo						
Milho	4,89 a	3,15 a	4,13 a	2,75 ab	3,66 b	3,72 a
Soja após linho	2,30 b	1,62 b	1,61 b	1,36 d	1,41 d	1,66 b
Soja após trigo	2,31 b	1,85 b	1,54 b	1,63 c	2,12 c	1,89 b
Três invernos sem trigo						
Soja após aveia	2,24 b	1,90 b	1,37 b	1,33 d	1,96 c	1,76 b
Soja após cevada	2,22 a	1,78 b	1,46 b	1,52 cd	1,94 c	1,78 b
Milho	4,52 a	3,01 a	4,08 a	2,88 a	4,22 a	3,74 a
Soja após trigo	2,28 b	1,88 b	1,59 b	1,49 cd	2,13 c	1,87 b
Média	3,00 A	2,22 B	2,28 B	1,86 B	2,51 B	2,37
C.V. (%)	9,58	12,54	11,42	10,19	8,92	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e maiúscula, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

** Significância de 1%.

período agrícola de 1984/85. Isto foi em função do rendimento de grãos das espécies, que neste ano e em valores absolutos foram os mais elevados (Tabela 3).

A análise conjunta das espécies de inverno e de verão que compõem os sistemas de rotação com trigo não apresentou diferenças significativas entre as médias. Desta forma, os baixos desempenhos energéticos da ervilhaca e do tremoço, no inverno, foram compensados pelo maior desempenho do milho, no verão (Tabelas 5 e 6). Assim, quando se faz a cobertura do solo nas áreas de plantio direto, durante o inverno, o seu dispêndio energético pode ser compensado pela cultura seguinte. Neste caso, o aumento da produtividade, juntamente com a redução de custos de produção de milho, deverá viabilizar as culturas de cobertura de solo, no inverno, a não ser que algum outro aproveitamento seja dado a elas.

CONCLUSÕES

1. As eficiências energéticas das culturas de inverno e de verão foram influenciadas pelo período agrícola.

2. As culturas da aveia-branca, de cevada e de trigo mostraram maiores índices de eficiência energética do que a de linho, a de ervilhaca e a de tremoço.

3. Os baixos desempenhos energéticos da ervilhaca e do tremoço, no inverno, foram compensados pelo milho que mostrou maior eficiência energética das espécies em estudo.

4. A eficiência energética pode contribuir para a compreensão do desempenho das espécies em diferentes sistemas de produção.

REFERÊNCIAS

- BRIGGLE, L.W. Introduction to energy use in wheat production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.109-116.
- BUKANTIS, R.; GOODMAN, N. Energy inputs in barley production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.59-65.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (IAPAR. Circular, 73).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento dos solos Estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. T.1., 412p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. Concórdia, 1989. 1f.
- FELIPPE JUNIOR, G. de; SOCOLOWSKI, J.C.; FANTI, O.D.J. Considerações sobre as tecnologias e a evolução da indústria de fertilizantes nitrogenados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.21-71.
- GAUDÊNCIO, C.A.; YORINORI, J.T.; GARCIA, A.; QUEIROZ, E.F. de. **Rotação de culturas com a soja no norte do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1986. 10p. (EMBRAPA-CNPSo. Pesquisa em Andamento, 10).
- HEICHEL, G. H. Assessing the fossil energy costs of propagating agricultural crops. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.27-33.
- IGNACZAK, J.C.; ARIAS, G.; IORCZESKI, E.J. Produção de grãos de cevada corrigida em função de classificação comercial. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 11., 1980, Porto Alegre. **Solos, ecologia, fisiologia e práticas culturais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1980. v.3, p.98-100.
- MELLO, R. de. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC, 1986. 139p. Tese de Mestrado.
- PEREIRA, L.R.; BOUGLÉ, B.R.; LHAMBY, J.C.B.; SANTOS, H.P. dos. Rotação de culturas. III. Efeito no rendimento de grãos do trigo (1975 - 1979). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 13., 1984, Cruz Alta. **Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. p.170-179.
- PIMENTEL, D. Energy inputs for the production, formulation, packaging, and transport of various pesticides. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980a. p.45-48.

- PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980b. 475p.
- PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Energy inputs in corn production. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.67-84.
- REIS, E.M.; SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B. Rotação de culturas. I. Efeito sobre doenças radiculares do trigo nos anos 1981 e 1982. **Fitopatologia Brasileira, Brasília**, v.8, n.3, p.431-437, 1983.
- REIS, E.M.; FERNANDES, J.M.C.; PICININI, E.C. **Estratégias para o controle de doenças do trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1988. 50p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 7).
- SANTOS, H.P. dos. **Efeito da rotação de culturas no rendimento, na eficiência energética e econômica do trigo, em plantio direto**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1992. 136p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.26, n.5, p.729-735, 1991.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas. XVII. Efeitos no rendimento de grãos e nas doenças do sistema radicular do trigo de 1980 a 1987. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.25, n.11, p.1627-1635, 1990.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; WOBETO., C.; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas em Guarapuava. VIII. Efeitos no rendimento de grãos, doenças do sistema radicular do trigo e de outras culturas de inverno e de verão, num período de 5 anos, em plantio direto. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2., 1989, Londrina. **Rotação de culturas; resultados de pesquisa 1988**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1989. p.25-30.
- SCOTT, W.O.; KRUMMEL, J. Energy used in producing soybeans. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.117-121.
- WEAVER, S.H. Energy use in the production of oats. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.85-92.