

PRODUTIVIDADE CULTURAL DE SISTEMAS DE ROTAÇÃO PARA TRIGO, DURANTE DEZ ANOS, EM PASSO FUNDO, RS¹

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS², JOÃO CARLOS IGNACZAK³ e JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY⁴

RESUMO - De 1980 a 1989, foi conduzido, no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), em Passo Fundo, RS, um experimento composto de sistemas de rotação de culturas para trigo: sistema I (trigo/soja); sistema II (trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremoço-branco ou serradela/milho); sistema III (trigo/soja, trevo-vesiculososo/trevo-vesiculososo e trevo-vesiculososo/milho, de 1980 a 1983, e trigo/soja, aveia-branca/soja e ervilhaca/milho, de 1984 a 1989); e sistema IV (trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremoço-branco ou serradela/milho). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas com área útil de 120 m². Neste trabalho apresenta-se a produtividade cultural obtida num período de dez anos, a qual resulta da divisão do rendimento de grãos (kg/ha) de cada espécie pela energia consumida. A energia consumida é a energia gasta na obtenção de um bem ou serviço. Na média conjunta dos anos, o sistema I (1,20 kg/Mcal) não diferiu dos sistemas alternativos II (1,42 kg/Mcal), III (1,45 kg/Mcal) e IV (1,40 kg/Mcal). Na média anual, os sistemas alternativos foram superiores em cinco ou mais vezes ao sistema I.

Termos para indexação: energia, eficiência energética, caloria, rendimento de grãos, monocultura, sucessão.

CROP PRODUCTIVITY OF WHEAT ROTATION SYSTEMS FOR TEN-YEAR PERIOD, IN PASSO FUNDO, RS, BRAZIL

ABSTRACT - From 1980 to 1989, the effect of crop rotation systems for wheat was assessed at the Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), in Passo Fundo County, RS, Brazil. Four rotation systems for wheat were studied: system I (wheat/soybean); system II (wheat/soybean, rapeseed/soybean, barley/soybean, and white lupine or serradella/corn); system III (wheat/soybean, arrowleaf clover/arrowleaf clover, and arrowleaf clover/corn, from 1980 to 1983, and wheat/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn, from 1984 to 1989); and system IV (wheat/soybean, rapeseed/soybean, flax/soybean, and white lupine or serradella/corn). A randomized complete block design, with four replications and plots with 120 m², was used. Cultural productivity for that period, obtained by dividing grain yield (kg/ha) of each species by the energy consumed, is presented in this paper. The energy consumed is the energy spent to produce a good or a service. The global analysis showed no difference among systems I (1.20 kg/Mcal), II (1.42 kg/Mcal), III (1.45 kg/Mcal), and IV (1.40 kg/Mcal). In the annual average the alternative systems II, III and IV were five or more times higher than system I.

Index terms: energy, energetic efficiency, calorie, yield, monoculture, succession.

¹ Aceito para publicação em 27 de outubro de 1995.

² Eng. Agr., Dr., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-CNPT.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA-CNPT.

INTRODUÇÃO

A rotação de culturas é uma prática que consiste na alternância, mais ou menos regular, de diferentes culturas na mesma área, visando a: estabilizar a produtividade agrícola, por meio da quebra do ciclo de doenças e de pragas; diminuir a infestação de

plantas daninhas; alternar a extração de nutrientes com o plantio de culturas de diferentes sistemas radiculares; e manter ou melhorar as condições físicas do solo (Santos, 1991). Para o estabelecimento de uma rotação de culturas, certos fatores, como cultura predominante na região, em torno da qual será planejada a rotação, máquinas disponíveis, rentabilidade das culturas e adaptabilidade destas à região, devem ser considerados.

Dentro desse enfoque, estudos recentes foram desenvolvidos no sentido de avaliar o efeito da prática de rotação de culturas no rendimento de algumas espécies, como o trigo (Santos, 1992), a cevada (Santos et al., 1991), o triticale (Santos et al., 1990a) e a soja (Gaudêncio et al., 1986). Por outro lado, assume importância crescente o conhecimento do desempenho do programa de rotação de culturas sob o ponto de vista energético. Assim, tem sido observado que toda a vez que se acrescentam novos fatores para modernizar a agricultura pode-se estar intensificando o uso de energia (Berardi, 1978; Mello, 1986). Se esse consumo 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 e da rentabilidade.

Nos Estados Unidos da América, foram desenvolvidos vários trabalhos contabilizando os processos de obtenção dos mais importantes insumos utilizados na agricultura, bem como a energia gasta nas principais operações de campo (semeadura, tratamentos culturais e colheita) (Pimentel, 1980b). Assim, Weaver (1980), Bukantis & Goodman (1980), Pimentel & Burgess (1980), Scott & Krummel (1980) e Briggles (1980) estimaram os índices de produtividade cultural da aveia-branca (1,06 kg/Mcal), da cevada (1,03 kg/Mcal), do milho (0,93 kg/Mcal), da soja (0,76 kg/Mcal) e do trigo (0,98 kg/Mcal).

No Brasil, há relativamente poucos trabalhos de avaliação do balanço energético de espécies. Mello (1986) estimou índices de produtividade cultural [resulta da divisão do rendimento de grãos (kg/ha) de cada espécie pela energia consumida; a energia consumida é a energia gasta na obtenção de um bem ou serviço] do milho (1,25 kg/Mcal) e da soja (0,78 kg/Mcal). Santos & Reis (1994), estudando

sistemas de rotação de culturas sob plantio direto, determinaram índices de produtividade cultural da aveia-branca (1,38 kg/Mcal), da cevada (1,38 kg/Mcal), da ervilhaca (0,15 kg/Mcal), do linho (0,71 kg/Mcal), do milho (3,70 kg/Mcal) e da soja (1,20 kg/Mcal). Os mesmos autores determinaram igualmente índices de produtividade cultural de sistemas de rotação para cevada: monocultura (1,51 kg/Mcal), um inverno (1,62 kg/Mcal), dois invernos (1,59 kg/Mcal) e três invernos sem cevada (1,63 kg/Mcal).

Este trabalho objetivou estimar a produtividade cultural de quatro sistemas de rotação para trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

A produtividade cultural foi estimada no ensaio de sistemas de rotação de culturas para trigo, instalado no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), município de Passo Fundo, RS, de 1980 a 1989, em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Unidade de Mapeamento Passo Fundo) (Brasil, 1973).

A avaliação da produtividade cultural foi determinada em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo: sistema I (100 % de trigo/100 % de soja); sistema II (25 % de trigo/25 % de soja, 25 % de colza/25 % de soja, 25 % de cevada/25 % de soja e 25 % de tremoço-branco ou serradela/25 % de milho); sistema III (33 % de trigo/33 % de soja, 33 % de trevo-vesiculososo/33 % de trevo-vesiculososo e 33 % de trevo-vesiculososo/33 % de milho, de 1980 a 1983, e 33 % de trigo/33 % de soja, 33 % de aveia-branca/33 % de soja e 33 % de ervilhaca/33 % de milho, de 1984 a 1989; e sistema IV (25 % de trigo/25 % de soja, 25 % de colza/25 % de soja, 25 % de linho/25 % de soja e 25 % de tremoço-branco ou serradela/25 % de milho) (Tabela 1), de acordo com o esquema descrito por Santos et al. (1990b). Em 1986, nos sistemas II e IV, o tremoço foi substituído por serradela. Para permitir a avaliação do efeito do ano, o experimento teve uma combinação de tratamentos em que todas as espécies em estudo estavam presentes em cada ano, permitindo que o efeito dos sistemas de rotação fosse separado do efeito que as condições climáticas de cada ano têm no desempenho das culturas.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo. As amostras de solo foram coletadas após a colheita das culturas de inverno e de verão. Em 1981 e em 1987, antes da semeadura de inverno,

TABELA 1. Sistemas de rotação de culturas para trigo, com espécies de inverno e de verão.

Sistema de rotação	Ano									
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
1. Sistema I	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
2. Sistema II	T/S	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M	T/S	Co/S
	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M	T/S	Co/S	C/S
	T/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M
	¹ /S	T/S	Co/S	C/S	Tr/M	T/S	Co/S	C/S	Se/M	T/S
3. Sistema III	T/S	Tv/Tv	Tv/M	T/S	A/S	E/M	T/S	A/S	E/M	T/S
	Tv/Tv	Tv/M	T/S	Tv/Tv	E/M	T/S	A/S	E/M	T/S	A/S
	Tv/M	T/S	Tv/Tv	Tv/M	T/S	A/S	E/M	T/S	A/S	E/M
4. Sistema IV	T/S	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M	T/S	Co/S
	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M	T/S	Co/S	L/S
	¹ /S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M
	¹ /M	T/S	Co/S	L/S	Tr/M	T/S	Co/S	L/S	Se/M	T/S

¹ No ano de 1980, não foi semeada cultura, no inverno.

A = aveia-branca; C = cevada; Co = colza; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; S = soja; Se = serradela; Tr = tremoço; T = trigo; e Tv = trevo-vesiculoso.

foram aplicadas, respectivamente, 9,0 e 7,3 t/ha de calcário, com PRNTs de 56 % e de 70%.

As culturas de inverno e o milho, de 1980 a 1983, foram estabelecidos em preparo convencional de solo, enquanto a soja e o milho, de 1984 a 1989, em plantio direto. A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive o tratamento de semente das espécies de inverno, foram realizados de acordo com a recomendação específica para cada cultura, e a colheita foi realizada com colheitadeira de parcelas.

Os rendimentos de grãos de cevada, de milho, de soja e de trigo foram corrigidos para umidade de 13 %, a colza, para 9 % e o linho, para 10 %. O rendimento de grãos de cevada foi corrigido em função da classificação comercial (Cevacor) (Ignaczak et al., 1980).

Na avaliação dos sistemas, foi utilizado o índice adaptado de Mello (1986), o qual resulta da divisão do rendimento de grãos (kg/ha) de cada espécie pela energia consumida. A energia consumida é a energia gasta na obtenção de um bem ou de um serviço. Exemplo: a energia gasta para se obter um quilograma de calcário é 400,0 Mcal, ou a energia gasta para arar o solo é 5,19 Mcal por hora. O índice adotado, que fornece os resultados em kg/Mcal, é denominado "produtividade cultural" ou "eficiência energética."

Neste trabalho, no cálculo de diversos índices envolvendo sistemas e operações de campo, foram utilizados dados e orientações gerados por Heichel (1980), por Pimentel (1980a) e por Felipe Junior et al. (1984). No caso de aveia-branca, ervilhaca, serradela, tremoço e trevo-vesiculoso, foi considerada como rendimento a contribuição ao solo de 90 kg de N/ha = 90 kg/ha (Derpsch & Calegari, 1992).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil da parcela foi de 120 m² (6 m de largura por 20 m de comprimento). Foram efetuadas as análises de variância da produtividade cultural de cada safra (inverno e verão), de cada ano e da média conjunta dos anos. A análise conjunta (1980 a 1989) foi efetuada apenas para a receita líquida anual, e considerou-se o efeito tratamentos (parcelas que compõem os sistemas) como fixo, e o efeito do ano como aleatório. A avaliação e a comparação dos sistemas de rotação, em todas as análises, foram realizadas através do teste F, usando-se contrastes (Steel & Torrie, 1980) que incluem os diferentes tratamentos (parcelas) dos sistemas de rotação envolvidos em cada comparação. Esse método de contrastes compara os sistemas dois a dois, em uma unidade de base homogênea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produtividade cultural referentes aos quatro sistemas de rotação de culturas para trigo podem ser observados na Tabela 2. O resultado da análise de variância conjunta da produtividade cultural, tanto para as culturas de inverno e de verão como para os totais dos anos, mostra alta significância do efeito ano, do tratamento (componentes dos sistemas de rotação) e da interação ano x tratamento.

O resultado da comparação da receita líquida anual dos sistemas de rotação através de contrastes pode ser verificado na Tabela 2. Na média conjunta dos anos, quanto à produtividade cultural, o sistema de monocultura (trigo/soja) (1,20 kg/Mcal) não diferiu dos sistemas II (1,42 kg/Mcal), III (1,45 kg/Mcal) e IV (1,40 kg/Mcal).

Em relação à produtividade cultural anual, houve diferenças significativas entre sistemas em todos os anos estudados (Tabela 2). Analisando-se os dados conjuntamente, vê-se que o sistema I apresentou índice de produtividade cultural maior do que o sis-

tema II, em dois dos dez anos estudados (1980 e 1985), e foi inferior, em cinco anos (1983, 1986, 1987, 1988 e 1989). Comparado com o sistema III, o sistema I não diferiu em dois anos (1982 e 1984). Nos demais anos, foi superior em dois anos (1981 e 1985) e inferior em seis anos (1980, 1983, 1986, 1987, 1988 e 1989).

Comparado ao sistema IV, o sistema I não diferiu em 1982 e em 1984 quanto à produtividade cultural. Nos demais anos, foi duas vezes superior (1981 e 1985) e seis vezes inferior (1980, 1983, 1986, 1987, 1988 e 1989) (Tabela 2). É importante salientar que, de 1986 em diante, os sistemas II, III e IV foram superiores ao sistema I em todos os anos. Isso indica que, do ponto de vista do índice analisado, só a partir do sétimo ano os sistemas de rotação alternativos à monocultura começam a mostrar vantagens, ou seja, produtividade cultural maior e mais estável.

O sistema II foi superior ao sistema III em dois anos (1981 e 1983), inferior em quatro anos (1980, 1984, 1986 e 1988) e não diferiu nos demais anos. Em relação ao sistema IV, o sistema II mostrou-se superior em quatro anos (1981, 1982, 1985 e 1986), inferior em um ano (1980) e não diferiu em quatro anos.

TABELA 2. Produtividade cultural e sua comparação de sistemas de rotação de culturas para trigo, no ano (inverno + verão) e na média conjunta dos anos pelo teste F, utilizando-se o método de contrastes.

Ano	Sistema de rotação ¹									
	I	II	III	IV	I x II	I x III	I x IV	II x III	II x IV	III x IV
	RS/ha				Contrastes entre sistemas P > F					
1980	1,56	1,33	1,91	1,87	*	**	*	**	**	ns
1981	1,15	1,09	0,56	0,91	ns	**	**	**	**	**
1982	1,35	1,41	1,37	1,22	ns	ns	ns	ns	**	*
1983	0,96	1,55	1,28	1,48	**	**	**	**	ns	**
1984	1,39	1,46	1,56	1,44	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1985	1,32	1,15	1,19	1,07	**	*	**	ns	*	**
1986	1,34	1,63	1,89	1,49	**	**	*	**	**	**
1987	0,93	1,20	1,22	1,16	**	**	**	ns	ns	ns
1988	1,00	1,66	1,78	1,69	**	**	**	**	ns	**
1989	0,99	1,68	1,69	1,63	**	**	**	ns	ns	ns
Média	1,20	1,42	1,45	1,40	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Sistema I = trigo/soja. Sistema II = trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremoço ou serradela/milho. Sistema III = trigo/soja, trevo/trevo e trevo/milho (1980-1983) e trigo/soja, aveia-branca/soja e ervilhaca/milho (1984-1989). Sistema IV = trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremoço ou serradela/milho.

ns = não significativo.

* nível de significância de 5 %.

** nível de significância de 1 %.

O sistema III, comparado ao sistema IV, não diferiu em quatro anos, e foi superior em quatro anos (1982, 1985, 1986 e 1988) e inferior em dois anos (1981 e 1983). Na média anual, os sistemas II, III e IV foram superiores, em cinco ou mais vezes, no aproveitamento de energia, em comparação ao sistema I, podendo, portanto, constituir uma boa alternativa para substituir o sistema de monocultura trigo/soja.

Deve ser levado em consideração que o linho e a colza manifestaram baixos rendimentos de grãos em 1982 e em 1985, por causa do excesso de precipitação pluvial no final da maturação e por causa da precipitação de granizo ocorrida antes da colheita, respectivamente. Isto, de modo geral, repercutiu negativamente nos índices de produtividade cultural.

Por outro lado, os baixos desempenhos energéticos das culturas de cobertura de solo (ervilhaca, tremoço e serradela), no inverno, foram, em parte, compensados pelo maior desempenho de milho, no verão. Neste caso, o milho viabilizou a cultura de cobertura de solo, no inverno, pelo aumento de produtividade e pela redução dos custos de produção, devido à não-utilização de adubação nitrogenada de cobertura. De 1980 a 1983, no sistema III, a cultura de trevo, que permaneceu por um ano e meio (dois invernos e um verão) como cobertura de solo, não foi compensada pelo desempenho do milho. Se o trevo fosse avaliado como leguminosa para pastejo direto ou através de cortes, o seu desempenho energético poderia ter sido outro.

Neste trabalho, na média geral, os sistemas avaliados não diferiram significativamente; contudo, Santos & Reis (1994), estudando sistemas de rotação de culturas para cevada, verificaram menores índices de produtividade cultural na monocultura (cevada/soja= 1,51 kg/Mcal), em comparação à cevada em rotação com um (cevada/soja e ervilhaca/milho= 1,62 kg/Mcal), com dois (cevada/soja, linho/soja e ervilhaca/milho= 1,59 kg/Mcal) e com três invernos sem cevada (cevada/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho= 1,63 kg/Mcal).

A utilização de sistemas de rotação de culturas pode requerer o emprego de novas tecnologias, tais como semeadoras mais versáteis (para plantar sementes pequenas e grandes), fertilizantes e

defensivos mais específicos. Isso, por sua vez, pode aumentar os custos e reduzir a geração de renda. Em geral, a tecnologia introduzida nos sistemas produtivos pode intensificar a utilização de energia. Por outro lado, o próprio uso da rotação de culturas pode contornar as possíveis demandas de energia, através, por exemplo, de cobertura de solo e de adubação verde, diminuindo a quantidade de fertilizantes de cobertura ou de herbicidas no controle de plantas daninhas, respectivamente.

O sistema II, energeticamente, foi o mais equilibrado de todos, pois seus índices de produtividade cultural anual foram sempre superiores à unidade (1,0), variando de 1,09 a 1,68, o que significa que a energia produzida (rendimento de grãos em kg/ha) foi superior à energia consumida. A energia consumida é a energia gasta para produzir as culturas em estudo.

CONCLUSÕES

1. Na média conjunta dos anos, os sistemas estudados não diferiram significativamente quanto aos índices de produtividade cultural.
2. Com base no desempenho anual dos índices de produtividade cultural, os sistemas III e IV foram os mais eficientes energeticamente.
3. A partir de 1986, os sistemas alternativos II, III e IV apresentaram, anualmente, melhor desempenho energético do que o sistema I (monocultura trigo/soja).

REFERÊNCIAS

- BERARDI, G.M. Organic and conventional wheat production: examination of energy and economics. *Agro-Ecosystems*, Amsterdam, v.4, n.3, p.367-376, 1978.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- 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).
- 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, DF. **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.; ÁRIAS, 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, RS. **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. Dissertação de Mestrado.
- 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.
- SANTOS, H.P. dos. **Efeito da rotação de culturas no rendimento, na eficiência energética e econômica do trigo, em plantio direto**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 136p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, H.P. dos. Rotação de culturas e culturas alternativas no sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M.; FERNANDEZ, M.R.; KOCHHANN, R.A.; SELLES, F.; ZENTNER, R.P. **Manual de manejo conservacionista do solo para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1991. p.21-30. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 1).
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Eficiência energética dos sistemas de rotação de culturas para cevada, em plantio direto. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo, RS. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. p.77-81. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 14).
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; BAIER, A.C. Sistemas de cultivo para triticales. I. Efeitos no rendimento de grãos e nas doenças do sistema radicular do triticales, e outras culturas de verão, em plantio direto, 1987 e 1988. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE TRITICALE, 3., 1989, Cascavel, PR. **Anais...** Cascavel: OCEPAR, 1990a. p.235-244.
- 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, 1990b.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; WOBETO, C. Rotação de culturas em Guarapuava. IX. Efeitos no rendimento de grãos e nas doenças do sistema radicular da cevada, em plantio direto de 1984 a 1988. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.6, p.901-906, 1991.
- 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.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- 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.