

PRODUTIVIDADE CULTURAL DE SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS ENVOLVENDO SOJA E CEVADA, NUM PERÍODO DE DEZ ANOS, SOB PLANTIO DIRETO, EM GUARAPUAVA, PR

Henrique Pereira dos Santos

João Carlos Ignaczak

Itacir Sandini¹

Objetivo

Avaliar a produtividade cultural de sistemas de rotação de culturas envolvendo soja e cevada, durante dez anos, em plantio direto.

Metodologia

A produtividade cultural foi estimada no experimento de sistemas de rotação de culturas para cevada, instalado na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., no município de Guarapuava, PR, de 1984 a 1993, em Latossolo Bruno Álico.

O ensaio foi constituído de quatro sistemas de rotação de culturas para cevada: I (100 % de cevada/100 % de soja); sistema II (50 % de cevada/50 % de soja e 50 % de ervilhaca/50 % de milho, de 1984 a 1989, e 50 % de cevada/50 % de soja e 50 % de aveia branca/50 % de soja, de 1990 a 1993); sistema III (33 % de cevada/33 % de soja, 33 % de linho/33 % de soja e 33 % de ervilhaca/33 % de milho, de 1984 a 1989, e 33 % de cevada/33 % de soja, 33 % de ervilhaca/33 %

¹ Eng.-Agr., M.Sc., Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda.

de milho e 33 % de aveia branca /33 % de soja, de 1990 a 1993); e sistema IV (25 % de cevada/25 % de soja, 25 % de linho/25 % de soja, 25 % de ervilhaca/25 % de milho e 25 % de aveia branca/25 % de soja) (Tabela 1).

Em 1990, nos sistemas II e III, as sucessões ervilhaca/milho e linho/soja, respectivamente, foram trocadas por aveia branca/soja. As culturas foram estabelecidas em plantio direto, exceto em 1989, quando foi aplicado calcário antes de as culturas de inverno serem semeadas.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários, inclusive o tratamento de semente de cevada, foram conduzidos de acordo com a recomendação para cada cultura, e a colheita foi efetuada com colhedora especial para parcelas.

Para a avaliação dos sistemas de rotação para cevada foi utilizado um índice, o qual resulta da divisão do rendimento de grãos (kg/ha), de cada espécie, pela energia cultural. A energia cultural é a energia gasta na obtenção de um bem ou serviço. O índice adotado é denominado “produtividade cultural” ou “eficiência energética” e pode ser representado pela seguinte fórmula:

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

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área útil da parcela foi de 60 m². Foi efetuada a análise de variância da produtividade cultural no ano (inverno + verão) e na média conjunta dos anos nos dois períodos 1984 a 1989 e 1990 a 1993. A análise de variância conjunta foi aplicada a esses dois períodos em diferentes anos, devido às alterações efetuadas nos sistemas II e III a partir de 1990. Na análise de variância anual, consideraram-se como tratamentos as parcelas individuais (culturas) componentes dos sistemas em estudo. Nas análises conjuntas, considerou-se o efeito tratamento como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. A avaliação dos sistemas de rotação, em todas as

análises, foi realizada através do teste F, usando-se contrastes que incluem os diferentes tratamentos dos sistemas de rotação envolvidos em cada comparação. Essa metodologia de contrastes compara os sistemas dois a dois em uma unidade de base homogênea.

Resultados

As médias de produtividade cultural, anuais e dos dois períodos (1984 a 1989 e 1990 a 1993), e a comparação estatística, através de contrastes, dos quatro sistemas de rotação de culturas para cevada, podem ser observadas na Tabela 2.

As alterações feitas nos sistemas II e III, a partir de 1990, trocando, no sistema II, ervilhaca/milho por aveia branca/soja e, no sistema III, linho/soja por aveia branca/soja, causaram impacto negativo no índice de produtividade cultural do sistema II e pouco impacto no do sistema III, respectivamente. Pode-se verificar isso examinando-se as comparações entre estes dois sistemas e os outros dois sistemas não modificados nos dois períodos ou através dos próprios valores obtidos pelos sistemas II e III antes e depois das alterações.

No caso do sistema II, quando comparados seus índices de produtividade cultural com os do sistema I, antes da alteração, ele foi sempre superior, enquanto que, após a modificação, mostrou-se superior em dois anos e não diferiu nos outros dois anos. Fazendo-se a mesma observação com relação ao sistema IV, vê-se que o sistema II superou o sistema IV em todos os anos de 1984 a 1989 e, após a modificação, foi inferior em 1990, superior em 1992 e não diferiu em 1991 e em 1993. Se verificarmos os próprios valores médios anuais de índice de produtividade cultural obtidos pelo sistema II, vê-se que no primeiro período (1984 a 1989), na quase totalidade dos anos, o sistema II apresentou índices acima de 2 kg/Mcal, resultando na média geral de 2,19 kg/Mcal; já no segundo período (1990 a 1993), as médias anuais estiveram abaixo de 2 kg/Mcal, resultando uma média de 1,89 kg/Mcal.

Com relação ao sistema III, examinando-se as comparações anuais dos índices de produtividade cultural com os sistemas I e IV, nos dois períodos, vê-se que não mudou muito o resultado, sendo que, em ambos, no geral, o sistema III ou não diferiu ou foi superior. Examinado-se os valores médios do próprio sistema III, antes e depois da modificação, nota-se que no segundo período obteve índices de produtividade cultural em torno de 2 kg/Mcal com mais frequência que no primeiro período, resultando na média conjunta de 2,02 kg/Mcal, contra a de 1,89 kg/Mcal do período de 1984 a 1989.

As análises de variância conjunta dos experimentos, para produtividade cultural, nos dois períodos, mostraram significância para os efeitos tratamentos (culturas), anos e tratamentos x anos. Entretanto, a comparação dos sistemas, através de contrastes, indicou diferenças significativas entre as médias gerais dos quatro sistemas apenas no período de 1984 a 1989. O sistema II (2,19 kg/Mcal) e o III (1,89 kg/Mcal) diferiram do sistema I (1,54 kg/Mcal) aos níveis de probabilidade de 1 % e de 5 %, respectivamente, mostrando que os sistemas alternativos II e III apresentaram melhor conversão de energia, em termos de índice de produtividade cultural, do que a monocultura cevada/soja (sistema I). O sistema alternativo IV manifestou desempenho médio (1,81 kg/Mcal), no período, não diferindo do sistema I. O sistema II mostrou superioridade aos sistemas III e IV, no geral do período, aos níveis de probabilidade de 5 % e de 1 %, respectivamente. Por sua vez, os sistemas III e IV não diferiram para produtividade cultural.

De 1990 a 1993, os quatro sistemas estudados (I, II, III e IV), com índices de produtividade cultural médios de 1,68 kg/Mcal, 1,89 kg/Mcal, 2,02 kg/Mcal e 1,88 kg/Mcal, respectivamente, não diferiram estatisticamente. Há de se considerar que nesse período foram envolvidos resultados de quatro anos de experimentação, contra seis do período 1984 a 1989, o que resulta na diminuição de graus de liberdade da interação tratamentos x anos, efeito utilizado como erro para fins de comparação de contrastes de tratamentos, de 45 para 27. Isso, em parte, pode explicar a não detecção de diferenças significativas no segundo

período, aliado ao fato da queda no desempenho do sistema II devido à modificação feita em 1990, que fez com que sua performance se aproximasse dos demais.

Deve-se salientar que, embora não tenham ocorrido diferenças significativas entre os índices avaliados dos quatro sistemas, no período 1990 a 1993, os sistemas III e II apresentaram, anualmente, produtividade cultural não diferente ou superior à do sistema I, o que permite afirmar que os dois sistemas são alternativas melhores do que o binômio cevada/soja. Dentre os dois sistemas alternativos, o sistema III se apresenta melhor que o sistema II, pois, nos quatro anos do período estudado, obteve índices de produtividade cultural superiores em dois anos e estatisticamente equivalentes nos outros dois.

Tabela 1. Sistemas de rotação de culturas para cevada, com espécies de inverno e de verão, em plantio direto, em Guarapuava, PR, 1995

Sistema de rotação	Ano									
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sistema I	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S	C/S
Sistema II	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	A/S	C/S	A/S
	E/M	C/S	E/M	C/S	E/M	C/S	A/S	C/S	A/S	C/S
Sistema III	C/S	L/S	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	E/M	A/S	C/S
	L/S	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	E/M	A/S	C/S	E/M
	E/M	C/S	L/S	E/M	C/S	L/S	A/S	C/S	E/M	A/S
Sistema IV	C/S	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	E/M	A/S	C/S	L/S
	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	A/S	A/S	C/S	L/S	E/M
	A/S	E/M	C/S	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	E/M	A/S
	E/M	C/S	L/S	A/S	E/M	C/S	L/S	E/M	A/S	C/S

A = aveia branca; C = cevada; E = ervilhaca; L = linho; M = milho; e S = soja.

Tabela 2. Produtividade cultural e sua comparação, em quatro sistemas de rotação para cevada, no ano (inverno + verão) e na média conjunta, pelo teste F, utilizando-se o método de contrastes

Ano	Sistema de rotação									
	I	II	III	IV	I x II	I x III	I x IV	II x III	II x IV	III x IV
	kg/Mcal									
1984	1,74	2,05	1,83	1,81	*	ns	ns	*	*	ns
1985	1,62	2,26	1,84	1,77	**	ns	ns	**	**	ns
1986	1,29	2,27	1,89	1,72	**	**	**	**	**	*
1987	1,55	1,87	1,57	1,71	**	ns	ns	**	*	*
1988	1,27	2,06	1,88	1,65	**	**	**	*	**	**
1989	1,76	2,63	2,35	2,18	**	**	**	**	**	**
Média 84 a 89	1,54	2,19	1,89	1,81	**	*	ns	*	**	ns
	significância estatística (Teste F)									
1990	1,40	1,73	1,82	1,91	**	**	**	ns	*	ns
1991	1,63	1,78	2,22	1,85	ns	**	ns	**	ns	*
1992	2,19	2,18	2,07	1,88	ns	ns	*	ns	*	ns
1993	1,50	1,87	1,99	1,86	**	**	**	*	ns	**
Média 90 a 93	1,68	1,89	2,02	1,88	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Sistema I = cevada/soja.

Sistema II = cevada/soja e ervilhaca/milho ou aveia branca/soja.

Sistema III = cevada/soja, ervilhaca/milho e linho/soja ou aveia branca/soja.

Sistema IV = cevada/soja, linho/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja.

ns = não significativo.

* = significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** = significativo ao nível de 1 % de probabilidade.