

## ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS QUE ENVOLVEM SOJA E TRIGO, EM PLANTIO DIRETO

Henrique Pereira dos Santos  
João Carlos Ignaczak

### Objetivo

O presente trabalho teve por objetivo analisar economicamente os sistemas de rotação que envolvem soja, em plantio direto.

### Metodologia

O ensaio foi realizado na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., em Guarapuava, PR, de 1984 a 1988, em Latossolo Bruno Álico.

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo que envolvem soja: sistema I (100 % de trigo e 100 % de soja); sistema II (50 % de trigo e 50 % de ervilhaca, no inverno, e 50 % de soja e 50 % de milho, no verão); sistema III (33 % de trigo, 33 % de linho e 33 % de ervilhaca, no inverno, e 66 % de soja e 33 % de milho, no verão); e sistema IV (25 % de trigo, 25 % de aveia branca, 25 % de cevada e 25 % de tremoço, no inverno, e 75 % de soja e 25 % de milho, no verão) (Tabela 1). No verão, a área experimental foi cultivada com milho e com soja.

A adubação e a correção da acidez do solo da área experimental foram baseadas nos dados da análise de solo. Em 1984, antes da semeadura de inverno, o solo da área experimental foi corrigido com 3,7 t/ha de calcário e com 300 kg/ha de termofosfato magnésiano Yoorin.

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

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. A área total da parcela foi de 60 m<sup>2</sup> (10 m de comprimento por 6 de largura).

O rendimento de grãos de aveia branca, de cevada, de milho, de soja e de trigo foi corrigido para umidade de 13 %, e o de linho, para 10 %. O rendimento de grãos de cevada foi corrigido em função da classificação comercial (CEVACOR).

A partir dos rendimentos de grãos de diferentes culturas estudadas, das quantidades de insumos e das horas utilizadas para as operações de campo, foram determinadas a receita bruta e a margem bruta dos diversos sistemas de rotação de culturas para trigo.

A técnica utilizada para a análise econômica foi a de fluxo de caixa no enfoque "ex-post". Os custos variáveis das operações de campo (semeadura, tratos culturais e colheita) e dos insumos, bem como o preço de venda dos produtos, foram convertidos para a moeda americana (US\$), utilizando-se o valor médio de maio de 1992, equivalente a Cr\$ 2.849,25. No caso de ervilhaca e de tremoço, foi considerado como rendimento a incorporação ao solo de 90 kg de N/ha.

Foi efetuada a análise de variância da margem bruta, dentro de cada ano (safra de inverno e safra de verão), no geral do ano e na média conjunta dos anos. A análise conjunta (1984 a 1988) foi efetuada apenas para a margem bruta anual e considerou-se o efeito tratamentos (parcelas que compõem os sistemas de rotação) como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. O teste da diferença entre os sistemas de rotação, em todas as análises, foi realizado através do Teste F, usando-se contrastes que incluem os diferentes tratamentos (parcelas) dos sistemas de rotação envolvidos em cada comparação. Essa metodologia de contrastes compara os sistemas dois a dois em uma unidade base homogênea.

## Resultados

O rendimento de grãos de cada cultura, obtido nos anos de estudo, nos diferentes sistemas de rotação, pode ser observado na Tabela 2. O preço de venda de produtos e de insumos é mostrado na Tabela 3. Os custos variáveis das operações e dos insumos utilizados estão na Tabela 4. A margem bruta, média por hectare, propiciada pelos quatro sistemas de rotação no período de estudo e na média conjunta dos cinco anos, é mostrada na Tabela 5. O resultado da análise de variância conjunta da margem bruta anual indicou alta significância para os efeitos sistemas de rotação, para ano e para a interação sistemas de rotação x ano.

As comparações da margem bruta entre os sistemas de rotação são apresentadas na Tabela 6. Nota-se que houve diferenças significativas entre a

margem bruta dos sistemas de rotação em todos os plantios de inverno e em quatro dos cinco plantios de verão.

Levando-se em conta a margem bruta anual de cada sistema de rotação, ocorreram diferenças significativas em todos os anos. O sistema II (50 % de trigo/50 % de soja e 50 % de ervilhaca/50 % de milho) apresentou maior lucratividade, em comparação ao sistema I (100 % de trigo/100 % de soja), em apenas dois dos cinco anos estudados (1986 e 1988), sendo similar nos demais e na média dos anos. Com relação ao sistema III (33 % de trigo/33 % de soja, 33 % de linho/33 % de soja e 33 % de ervilhaca/33 % de milho), o sistema II foi superior em todos os anos. Os sistemas IV (25 % de trigo/25 % de soja, 25 % de aveia branca/25 % de soja, 25 % de cevada/25 % de soja e 25 % de tremoço/25 % de milho) e II equivaleram-se em três anos (1984, 1985 e 1988). Nos demais anos, o sistema II foi superior em 1986 e foi inferior em 1987.

O sistema I (US\$ 236,00) diferiu do sistema IV (US\$ 311,00) apenas em 1987. Com relação ao sistema III, este foi similar em todos os anos ao sistema I e foi inferior ao sistema IV em três dos cinco anos (1985, 1987 e 1988).

Na média conjunta dos dados anuais (Tabelas 5 e 6), os sistemas II e IV foram superiores ao sistema III, porém nenhum sistema foi significativamente superior ao sistema I (trigo/soja). Levando-se em conta as comparações anuais (Tabela 5), pode-se afirmar que os sistemas II e IV são as melhores alternativas, em relação ao sistema I, visto serem equivalentes a este, na maioria dos anos, e em um ano, superiores.

Tabela 1. Sistemas de rotação de culturas que envolvem soja, com espécies de inverno e de verão, sob plantio direto, em Guarapuava, PR, de 1984-1988. EMBRAPA-CNPT. Passo Fundo, 1994

| Sistema     | 1984            | Ano  |      |      |      |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|
|             |                 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
| Sistema I   | T(100%)/S(100%) | T/S  | T/S  | T/S  | T/S  |
| Sistema II  | T(50%)/S(50%)   | E/M  | T/S  | E/M  | T/S  |
|             | E(50%)/M(50%)   | T/S  | E/M  | T/S  | E/M  |
| Sistema III | T(33%)/S(33%)   | L/S  | E/S  | T/M  | L/S  |
|             | L(33%)/S(33%)   | E/M  | T/S  | L/S  | E/M  |
|             | E(33%)/M(33%)   | T/S  | L/S  | E/M  | T/S  |
| Sistema IV  | T(25%)/S(25%)   | A/S  | C/S  | Tr/M | T/S  |
|             | A(25%)/S(25%)   | C/S  | Tr/M | T/S  | A/S  |
|             | C(25%)/S(25%)   | Tr/M | T/S  | A/S  | C/S  |
|             | Tr(25%)/M(25%)  | 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.

Tabela 2. Rendimento de grãos de espécies que compõem os sistemas de rotação que envolvem soja, sob plantio direto, em Guarapuava, PR, de 1984-1988. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1994

|                    |       | Ano   |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    |       | 1984  | 1985  | 1986  | 1987  | 1988  |       |       |       |
| ----- kg/ha -----  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Sistema I</b>   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| T                  | S     | T     | S     | T     | S     | T     | S     | T     | S     |
| 1.858              | 3.058 | 2.423 | 2.988 | 2.273 | 2.507 | 2.377 | 1.964 | 1.985 | 2.734 |
| <b>Sistema II</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| T                  | S     | E     | M     | T     | S     | E     | M     | T     | S     |
| 1.616              | 3.129 | *     | 6.694 | 2.526 | 2.677 | *     | 5.284 | 1.826 | 3.123 |
| E                  | M     | T     | S     | E     | M     | T     | S     | E     | M     |
| *                  | 9.416 | 2.713 | 2.865 | *     | 7.808 | 2.380 | 2.316 | *     | 7.951 |
| <b>Sistema III</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| T                  | S     | L     | S     | E     | M     | T     | S     | L     | S     |
| 1.492              | 3.110 | 1.026 | 2.558 | *     | 8.207 | 2.520 | 2.285 | 1.411 | 2.072 |
| L                  | S     | E     | M     | T     | S     | L     | S     | E     | M     |
| 1.177              | 3.097 | *     | 6.421 | 2.308 | 2.580 | 1.219 | 1.900 | *     | 7.829 |
| E                  | M     | T     | S     | L     | S     | E     | M     | T     | S     |
| *                  | 9.706 | 2.899 | 2.914 | 647   | 2.716 | *     | 5.751 | 2.159 | 3.133 |
| <b>Sistema IV</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| T                  | S     | A     | S     | C     | S     | Tr    | M     | T     | S     |
| 1.752              | 3.079 | 2.616 | 3.001 | 2.202 | 2.455 | *     | 4.858 | 1.798 | 3.140 |
| A                  | S     | C     | S     | Tr    | M     | T     | S     | A     | S     |
| 2.200              | 3.023 | 2.899 | 2.792 | *     | 6.884 | 2.397 | 2.088 | 1.337 | 2.883 |
| C                  | S     | Tr    | M     | T     | S     | A     | S     | C     | S     |
| 2.268              | 2.993 | *     | 6.130 | 2.466 | 2.681 | 3.463 | 1.861 | 2.059 | 2.870 |
| Tr                 | M     | T     | S     | A     | S     | C     | S     | Tr    | M     |
| *                  | 8.963 | 2.698 | 2.956 | 1.154 | 2.304 | 3.491 | 2.126 | *     | 7.633 |

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

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

Tabela 3. Preço unitário de venda de produtos e de insumos, em maio de 1992, em Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1994

| Produto        |                               | Preço/unidade<br>---US\$--- |
|----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Produtos:      | aveia branca                  | 130,00 t <sup>-1</sup>      |
|                | cevada                        | 150,00 t <sup>-1</sup>      |
|                | linho                         | 100,00 t <sup>-1</sup>      |
|                | milho                         | 90,00 t <sup>-1</sup>       |
|                | soja                          | 180,00 t <sup>-1</sup>      |
|                | trigo                         | 150,00 t <sup>-1</sup>      |
| Fertilizantes: | N                             | 210,00 t <sup>-1</sup>      |
|                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 246,00 t <sup>-1</sup>      |
|                | K <sub>2</sub> O              | 203,00 t <sup>-1</sup>      |
|                | calcário                      | 18,00 t <sup>-1</sup>       |
| Fungicidas:    | carbendazin                   | 20,00 l <sup>-1</sup>       |
|                | propiconazole                 | 57,92 l <sup>-1</sup>       |
|                | tiabendazole                  | 10,00 l <sup>-1</sup>       |
|                | triadimenol                   | 31,00 l <sup>-1</sup>       |
| Herbicidas:    | 2,4-D                         | 5,60 l <sup>-1</sup>        |
|                | atrazine                      | 5,40 l <sup>-1</sup>        |
|                | atrazine + metolachlor        | 6,00 l <sup>-1</sup>        |
|                | diuron + paraquat             | 7,20 l <sup>-1</sup>        |
|                | fluazifop-P-butil             | 18,70 l <sup>-1</sup>       |
|                | glifosate                     | 9,50 l <sup>-1</sup>        |
|                | metribuzin                    | 27,50 l <sup>-1</sup>       |
|                | paraquat                      | 8,78 l <sup>-1</sup>        |
|                | sethoxidim                    | 27,00 l <sup>-1</sup>       |
|                | trifluralim                   | 8,96 l <sup>-1</sup>        |
| Inseticidas:   | triclorfom                    | 9,85 l <sup>-1</sup>        |
|                | malation                      | 8,60 l <sup>-1</sup>        |

Tabela 4. Custo de insumos + custo variáveis das operações de campo que compõem os sistemas de rotação de culturas que envolvem soja, sob plantio direto, em Guarapuava, PR de 1984-1988. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1994

| Cultura e ano | Insumos e operações de campo |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |                                    |
|---------------|------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------------------------------------|
|               | Cal                          | Ps | Se | Adu | Sa  | Fun | Her | Ins | Cob | Col | Total |                                    |
|               | -----US\$/ha-----            |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |                                    |
| Aveia branca  | 1984                         | 2  | 24 | 29  | 58  | 17  | -   | 13  | -   | 16  | 22    | 181                                |
|               | 1985                         | 2  | -  | 29  | 65  | 17  | -   | -   | -   | 16  | 22    | 151                                |
|               | 1986                         | 2  | -  | 29  | 99  | 17  | 39  | 50  | -   | 14  | 22    | 272                                |
|               | 1987                         | 2  | -  | 29  | 62  | 17  | 39  | 29  | -   | 16  | 22    | 216                                |
|               | 1988                         | 2  | -  | 29  | 99  | 17  | -   | 28  | -   | 14  | 22    | 211                                |
| Cevada        | 1984                         | 2  | 24 | 43  | 58  | 17  | 39  | 13  | -   | 16  | 22    | 234                                |
|               | 1985                         | 2  | -  | 43  | 116 | 17  | -   | -   | -   | 18  | 22    | 218                                |
|               | 1986                         | 2  | -  | 43  | 99  | 17  | -   | 51  | -   | 14  | 22    | 248                                |
|               | 1987                         | 2  | -  | 43  | 80  | 17  | 39  | 29  | -   | 18  | 22    | 250                                |
|               | 1988                         | 2  | -  | 43  | 116 | 17  | -   | 29  | -   | 14  | 22    | 243                                |
| Ervilhaca     | 1984                         | 2  | 24 | 27  | 79  | 13  | -   | -   | -   | -   | 10    | 155                                |
|               | 1985                         | 2  | -  | 27  | -   | 13  | -   | -   | -   | -   | -     | 42                                 |
|               | 1986                         | 2  | -  | 27  | -   | 13  | -   | 41  | -   | -   | -     | 83                                 |
|               | 1987                         | 2  | -  | 27  | -   | 13  | -   | 28  | -   | -   | -     | 70                                 |
|               | 1988                         | 2  | -  | 27  | -   | 13  | -   | 28  | -   | -   | -     | 70                                 |
| Linho         | 1984                         | 2  | 24 | 30  | 58  | 17  | -   | -   | -   | 16  | 33    | 180                                |
|               | 1985                         | 2  | -  | 30  | 65  | 17  | -   | -   | -   | 16  | 33    | 163                                |
|               | 1986                         | 2  | -  | 30  | 99  | 17  | -   | 50  | -   | 14  | 33    | 245                                |
|               | 1987                         | 2  | -  | 30  | 62  | 17  | -   | 29  | -   | 16  | 33    | 189                                |
|               | 1988                         | 2  | -  | 30  | 99  | 17  | -   | 28  | -   | 14  | 33    | 223                                |
| Milho         | 1984                         | 2  | -  | 61  | 99  | 17  | -   | 23  | 16  | 18  | 33    | 269 <sup>1</sup> /269 <sup>2</sup> |
|               | 1985                         | 2  | -  | 61  | 87  | 17  | -   | 52  | -   | -   | 33    | 252 <sup>1</sup> /252 <sup>2</sup> |
|               | 1986                         | 2  | -  | 61  | 76  | 17  | -   | 52  | -   | -   | 33    | 241 <sup>1</sup> /189 <sup>2</sup> |
|               | 1987                         | 2  | -  | 61  | 87  | 17  | -   | 58  | -   | -   | 33    | 258 <sup>1</sup> /200 <sup>2</sup> |
|               | 1988                         | 2  | -  | 61  | 87  | 17  | -   | 64  | -   | -   | 33    | 264 <sup>1</sup> /232 <sup>2</sup> |
| Soja          | 1984                         | 2  | -  | 31  | 46  | 17  | -   | 19  | -   | -   | 25    | 140/190 <sup>3</sup>               |
|               | 1985                         | 2  | -  | 31  | 46  | 17  | -   | 106 | -   | -   | 25    | 227                                |
|               | 1986                         | 2  | -  | 31  | 47  | 17  | -   | 147 | -   | -   | 25    | 269                                |
|               | 1987                         | 2  | -  | 31  | 46  | 17  | -   | 108 | -   | -   | 25    | 229                                |
|               | 1988                         | 2  | -  | 31  | 61  | 17  | -   | 29  | -   | -   | 25    | 165                                |
| Trigo         | 1984                         | 2  | 24 | 40  | 57  | 17  | 39  | 13  | -   | 16  | 22    | 230                                |
|               | 1985                         | 2  | -  | 40  | 116 | 17  | 39  | -   | -   | 20  | 22    | 256/294 <sup>4</sup>               |
|               | 1986                         | 2  | -  | 40  | 99  | 17  | 39  | 37  | -   | 14  | 22    | 270/283 <sup>4</sup>               |
|               | 1987                         | 2  | -  | 40  | 80  | 17  | 39  | 28  | -   | 18  | 22    | 246                                |
|               | 1988                         | 2  | -  | 40  | 116 | 17  | -   | 29  | 28  | 14  | 22    | 268                                |
| Tremoço       | 1984                         | 2  | 24 | 40  | 79  | 13  | -   | -   | -   | -   | 10    | 168                                |
|               | 1985                         | 2  | -  | 40  | -   | 13  | -   | -   | -   | -   | 10    | 65                                 |
|               | 1986                         | 2  | -  | 40  | -   | 13  | -   | 41  | -   | -   | 10    | 106                                |
|               | 1987                         | 2  | -  | 40  | -   | 13  | -   | 28  | -   | -   | 10    | 93                                 |
|               | 1988                         | 2  | -  | 40  | -   | 13  | -   | 28  | -   | -   | -     | 83                                 |

Cal = calcário, Ps = preparo inicial solo, Se = semente, Adu = adubação, Sa = semeadura, Fun = fungicida, Her = herbicida, Ins = inseticida, Cob = cobertura, e Col = colheita.

<sup>1</sup> Milho após ervilhaca; <sup>2</sup> milho após tremoço; <sup>3</sup> soja após aveia e cevada; <sup>4</sup> Monocultura trigo (em 1985 + US\$ 38,00 e em 1986 + US\$ 13,00)

Tabela 5. Margem bruta dos sistemas de rotação, obtida no inverno, no verão e no ano que compõem os quatro sistemas de rotação que envolvem soja, sob plantio direto, em Guarapuava, PR, de 1984 a 1988. EMBRAPA-CNPq, Passo Fundo, 1994

| Ano   | Sistema de rotação I |         |         |  | Sistema de rotação II |         |         |  | Sistema de rotação III |         |         |  | Sistema de rotação IV |         |         |  |
|-------|----------------------|---------|---------|--|-----------------------|---------|---------|--|------------------------|---------|---------|--|-----------------------|---------|---------|--|
|       | Inverno              | Verão   | Total   |  | Inverno               | Verão   | Total   |  | Inverno                | Verão   | Total   |  | Inverno               | Verão   | Total   |  |
| 1984  | +48,00               | +410,00 | +458,00 |  | -35,50                | +500,05 | +464,55 |  | -50,33                 | +467,33 | +417,33 |  | +37,00                | +413,75 | +450,75 |  |
| 1985  | +70,00               | +311,00 | +381,00 |  | +90,50                | +319,50 | +410,00 |  | +49,67                 | +285,57 | +335,24 |  | +140,50               | +298,50 | +439,00 |  |
| 1986  | +58,00               | +182,00 | +240,00 |  | +49,00                | +337,50 | +386,50 |  | -38,33                 | +304,33 | +266,00 |  | +6,50                 | +240,75 | +247,25 |  |
| 1987  | +111,00              | +125,00 | +236,00 |  | +56,50                | +203,00 | +259,50 |  | +22,33                 | +185,33 | +207,66 |  | +150,25               | +160,75 | +311,00 |  |
| 1988  | +30,00               | +327,00 | +357,00 |  | +4,00                 | +424,50 | +428,50 |  | -8,00                  | +349,33 | +341,33 |  | +5,00                 | +390,25 | +395,25 |  |
| Média |                      |         | 334,40  |  |                       |         | 389,84  |  |                        |         | 313,45  |  |                       |         | 368,65  |  |

Tabela 6. Comparação da margem bruta entre os quatro sistemas de rotação, que envolvem soja dentro dos anos (safra de inverno e safra de verão), no ano e na média dos anos, pelo teste F, utilizando-se o método de contrastes, em Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPq, Passo Fundo, 1994

| Ano   | Sistema de rotação |     |        |          |     |        |         |     |        |           |     |        |          |     |        |           |     |        |
|-------|--------------------|-----|--------|----------|-----|--------|---------|-----|--------|-----------|-----|--------|----------|-----|--------|-----------|-----|--------|
|       | I vs II            |     |        | I vs III |     |        | I vs IV |     |        | II vs III |     |        | II vs IV |     |        | III vs IV |     |        |
|       | Inv.               | Ve. | Annual | Inv.     | Ve. | Annual | Inv.    | Ve. | Annual | Inv.      | Ve. | Annual | Inv.     | Ve. | Annual | Inv.      | Ve. | Annual |
| 1984  | **                 | *   | ns     | **       | ns  | ns     | ns      | ns  | ns     | ns        | ns  | *      | **       | **  | ns     | **        | *   | ns     |
| 1985  | ns                 | ns  | ns     | ns       | ns  | ns     | ns      | ns  | ns     | ns        | ns  | *      | *        | ns  | ns     | **        | ns  | **     |
| 1986  | ns                 | **  | **     | **       | **  | ns     | *       | *   | ns     | ns        | **  | **     | *        | **  | **     | *         | **  | ns     |
| 1987  | **                 | *   | ns     | **       | *   | ns     | **      | **  | ns     | **        | **  | *      | **       | ns  | **     | **        | **  | ns     |
| 1988  | *                  | **  | *      | **       | ns  | ns     | *       | *   | ns     | ns        | **  | **     | ns       | ns  | ns     | ns        | ns  | **     |
| Média |                    |     | ns     |          |     | ns     |         |     | ns     |           | ns  | *      |          |     | ns     |           |     | *      |

ns = não significativo; \* = nível de significância de 5%; \*\* = nível de significância de 1%.  
Inv. = Inverno; Ve. = Verão.