

ANÁLISE ECONÔMICA DE SUCESSÕES DE CULTURAS PARA MILHO, COM NÍVEIS DE NITROGÊNIO EM COBERTURA

DENIS AUGUSTO DA SILVA¹ e LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA¹

¹ Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados Itaum Km 12 Cx. postal 533, CEP. 79804-790. Dourados-MS. E-mail: denisaugusto@douranet.com.br; lcfsouza@ceud.ufms.br, Tel: (31) 3411-3817

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.2, p.256-262, 2007

RESUMO - O milho é uma cultura presente em todas as regiões brasileiras; nos últimos anos, seus custos de produção aumentaram. Técnicas que proporcionem economia, sem perda de produtividade, podem incentivar seu cultivo, tão importante no sistema de rotação de culturas. Os adubos verdes são opções para a redução de custos, principalmente em relação ao nitrogênio. Utilizaram-se dados de um experimento, com três culturas antecessoras ao milho (aveia preta, nabo forrageiro e ervilhaca peluda) e seis doses de nitrogênio (zero, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹). Na sucessão aveia preta/milho, há prejuízo quando se utilizam 25 kg ha⁻¹ de N, porém, com o aumento das doses, o lucro aumenta até a dose de 150 kg ha⁻¹. Na sucessão nabo forrageiro/milho, na dose zero, há um lucro de 1.500 kg ha⁻¹ de milho, mas a máxima eficiência econômica se dá na dose de 40 kg ha⁻¹, com 1.555 kg ha⁻¹. Na sucessão ervilhaca peluda/milho, não há resposta ao nitrogênio; portanto a MEE se dá na dose zero de N, em que se tem um lucro de 2.100 kg ha⁻¹ de milho. Culturas antecessoras ao milho que disponibilizam mais nitrogênio podem proporcionar maior lucro ao sistema, com menor utilização de insumos.

Palavras-chave: *Zea mays*, eficiência econômica, culturas antecessoras.

ECONOMICAL ANALYSES OF CORN PRECEDENT CULTURES WITH COVERING NITROGEN LEVELS

ABSTRACT - Brazil has been producing corn in almost all regions, although the costs of production increased in the last years. New techniques which provide economy without yield loss can motivate producers, as corn is an important culture used at crop rotation system. Green manure may reduce maize production costs, mainly to the incorporation of nitrogen. Data from an experiment were used for these comparisons; treatments were conducted in three precedent corn cultures (Black oat, Oilseed radish and Hairy vetch) and six nitrogen fertilizers levels (zero, 50, 100, 150, 200 and 250 kg ha⁻¹). Corn after Black oat showed damage when N 25 kg ha⁻¹ was used, while increasing levels increased yield up to the level of N 150 kg ha⁻¹ where maximum yield is corn 1233 kg ha⁻¹. Corn after Oilseed radish showed in dose zero a yeild of corn 1500 kg ha⁻¹, but MEE occurs at level N 40 kg ha⁻¹. Corn after Hairy vetch has no response to N, so MEE occurs at N level zero, where yeild is corn 2100 kg ha⁻¹. Corn antecessor cultures that release more nitrogen could provide higher yield to the system with lower use of fertilizers.

Key words: *Zea mays*, economical efficient, antecessor cultures.

Atualmente, o maior desafio dos produtores rurais tem sido reduzir os custos de produção, aumentar sua receita e melhorar os índices de eficiência técnica e econômica, enfim, aumentar a lucratividade de seu negócio. Nos últimos quinze anos, a área de grãos, no Brasil, aumentou 27%, de 37,9 milhões de hectares para 48,2 milhões de hectares, enquanto a produção de grãos teve um aumento de 94%, de 57,9 milhões de toneladas para 112,4 milhões de toneladas (Indicadores, 2005).

Apesar da grande contribuição que o setor do agronegócio tem dado para a balança comercial do Brasil e da importância que tem no desenvolvimento de muitas regiões do país, os custos crescentes de produção, aliados aos preços de comercialização, poderão, a curto e em médio prazos inviabilizar o setor produtivo e comprometer o abastecimento interno e a exportação. As estimativas dos custos fixo e variável de produção, para a cultura do milho semeados no verão, no município de Dourados, MS na safra de 2001/02, foi de R\$ 906,00 por hectare, na safra de 2002/03 passou para R\$ 973,00 e chegou a R\$ 1.372,00 por hectare na safra de 2003/04 (Melo Filho e Richetti, 2001, 2002, 2003).

A área cultivada com milho, no Brasil, na safra de 2002/03, foi de 13,2 milhões de hectares, com uma produção de 47,6 milhões de toneladas, correspondendo a uma produtividade média de 3.590 kg ha⁻¹. Existem duas épocas principais de produção de milho, no Brasil. A primeira, na primavera-verão, quando os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais cultivaram, em 2002/03, em torno de 42% da área plantada com essa cultura. A segunda no outono-inverno, quando os estados do Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul cultivaram, em 2003, próximo de 74% da área (Indicadores, 2003).

O milho é uma cultura presente em todas as regiões brasileiras e em todos os tipos de propriedade e, por ser uma cultura de uso humano e animal, é bastante cultivado na pequena propriedade. Segundo dados do censo agropecuário de 1996, em torno de 65% das propriedades que cultivam milho têm menos de 20 ha. Ainda segundo esse censo, 70,86% dos produtores que cultivam milho são proprietários das terras e ocupam 82,14% das áreas com milho (Ibge, 2003). Portanto, as tecnologias que visam melhorar as condições de solo a médio e longo prazos têm maior probabilidade de interessar a esses agricultores do que se fossem, na maioria, arrendatários, parceiros ou ocupantes.

No estado de Mato Grosso do Sul, tem aumentado o cultivo de milho de segunda safra, porém os produtores que têm interesse em manter um sistema de rotação soja-milho têm utilizado principalmente a aveia preta como cobertura do solo no outono-inverno, devido à boa produção de massa verde. Por outro lado, a utilização de nabo forrageiro e ervilhaca peluda tem mostrado vantagens para o milho cultivado em sucessão, devido às capacidades de reciclagem de nitrogênio pelo nabo forrageiro e fixação simbiótica pela ervilhaca peluda (Calegari et al., 1998). A utilização de uma dessas duas culturas pode trazer grande economia ao sistema de produção e reduzir os custos da cultura do milho. O milho pode não alcançar rendimentos satisfatórios somente com o uso de adubos verdes, pois o nitrogênio fornecido dessa forma nem sempre é suficiente. Através do efeito positivo da interação entre adubação mineral e adubação verde, é possível obter rendimentos maiores do que pelo emprego de cada um isoladamente (Derpsch et al., 1991).

Para incrementar a eficiência técnica e econômica da produção de milho, é fundamental

que se identifiquem sistemas de manejo compatíveis com as condições climáticas, edáficas, fundiárias e econômicas de cada região. Além disso, é necessário adequar-se às peculiaridades da cultivar e do sistema de manejo adotado. As avaliações técnica e econômica de diferentes sistemas de manejo possibilitarão a identificação dos fatores limitantes ao incremento do rendimento de grãos e da rentabilidade da cultura (Sangoi et al., 2006). De acordo com Forsthofer et al. (2006), o conhecimento e a mensuração dos fatores que interferem no rendimento de grãos, nos diferentes níveis e sistemas produtivos, poderão ajudar a traçar estratégias de manejo e indicações viáveis para minimizar ou superar as deficiências verificadas em cada nível de manejo adotadas. Com isso, o produtor pode otimizar seus recursos e maximizar sua renda, preservando o ambiente.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência técnica e econômica de sistemas de produção, envolvendo sucessão de culturas associadas com doses de nitrogênio, na produção de milho, em condições de plantio direto.

Os dados utilizados são de um experimento realizado em Dourados, MS, nas dependências do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no ano agrícola de 2001/02. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com seis repetições. As parcelas foram constituídas pelas culturas antecessoras ao milho: aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), ervilhaca peluda (*Vicia Villosa* Roth.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. oleiferus Metzg.) e as subparcelas por seis doses de nitrogênio em cobertura (zero, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹),

utilizando-se uréia (45% de N) como fonte do nutriente, aplicada na superfície do solo, quando o milho estava com seis folhas completamente desenvolvidas. As parcelas tinham quatro linhas de milho espaçadas de 0,9 m e 5 m de comprimento. A adubação de plantio constou de 300 kg ha⁻¹ de um adubo comercial de fórmula 00-20-20. Os adubos verdes foram manejados mecanicamente com rolo-faca, 30 dias antes da semeadura do milho.

Após a colheita do experimento de campo, foi feita a análise econômica, considerando o efeito da rotação de cultura e de doses de nitrogênio. Utilizou-se modelo matemático para a determinação da máxima eficiência técnica e máxima eficiência econômica.

Segundo a lei dos incrementos decrescentes, a cada quantidade de nutriente adicionada sucessivamente, corresponde um incremento de produtividade cada vez menor, apesar de que o custo do nutriente aumenta linearmente (Raij, 1991). A máxima eficiência econômica (MEE) é mais interessante que a máxima eficiência técnica (MET), pois leva em consideração os preços do produto colhido e do adubo utilizado. Consideraram-se os preços de milho e de uréia tomados no comércio varejista de Dourados/MS, na data de 05/01/2004, como sendo de R\$ 14,00 por saca e R\$ 880,00 por tonelada, respectivamente. O preço do quilo de milho era, então, de R\$ 0,23 e o preço do quilo de nitrogênio, de R\$ 1,96. Dessa maneira, a relação adubo/milho é igual a 8,38. Tomando-se o custo de produção da cultura e o custo do nitrogênio, ambos representados em kg ha⁻¹ de milho, pode-se visualizar em gráficos o lucro ou prejuízo em cada sucessão de culturas. Para a construção desses gráficos, foi considerada a estimativa do custo de produção de milho 1ª safra no sistema plantio direto, em Dourados/MS, para a safra 2003/04 (Melo Filho e

Richetti, 2003). O custo das culturas antecessoras está incluído nos custos totais, sendo, nesse caso, considerado apenas o custo operacional da semeadura, uma vez que não foi utilizado adubo mineral e as sementes dos adubos verdes foram de produção própria.

Para o sistema de produção envolvendo a sucessão aveia preta/milho, a máxima eficiência econômica (MEE) foi obtida com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, enquanto a máxima eficiência técnica (MET) foi atingida com 205 kg ha⁻¹ de N. Na dose de 25 kg ha⁻¹ de N, pode-se observar que há prejuízo no empreendimento, pois o custo total é maior que a produtividade (Figura 1). Pöttker e Roman (1994) encontraram máxima eficiência econômica em milho cultivado em sucessão a aveia preta na dose 175 kg ha⁻¹ de N.

Na sucessão nabo forrageiro/milho, a MEE foi obtida na dose de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, o que representa 135 kg ha⁻¹ a menos de nitrogênio que a MET. Pode-se observar que não há prejuízo quando não se faz adubação nitrogenada e a diferença no lucro é pequena. Até a dose de 100 kg ha⁻¹ de N, não há grandes diferenças no lucro (Figura 2). Na sucessão ervilhaca peluda/milho, não houve resposta à adubação nitrogenada; portanto, pode-se considerar que a máxima eficiência econômica foi na dose zero, em que há maior diferença entre a produtividade e a linha de custo (Figura 3). Pöttker e Roman (1994) encontraram máxima eficiência econômica para milho cultivado em sucessão a ervilhaca comum na dose de 84 kg ha⁻¹ de N.

A máxima eficiência econômica é um valor que pode ter variações de um ano para o outro, ou mesmo dentro de um mesmo ano, pois está sujeita às variações do mercado de insumos e de grãos. Observa-se, no entanto, que, quando o milho é cultivado após espécies que disponibi-

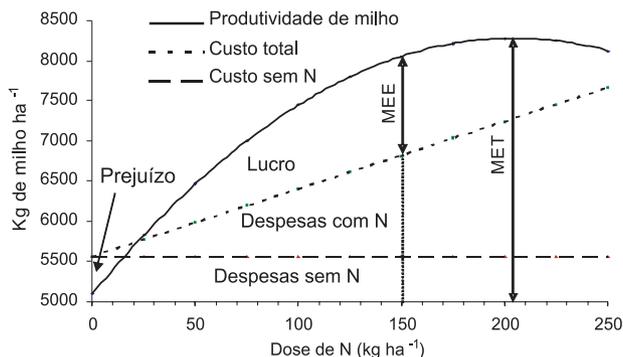


FIGURA 1. Curva de produtividade e custos de milho cultivado após aveia preta.

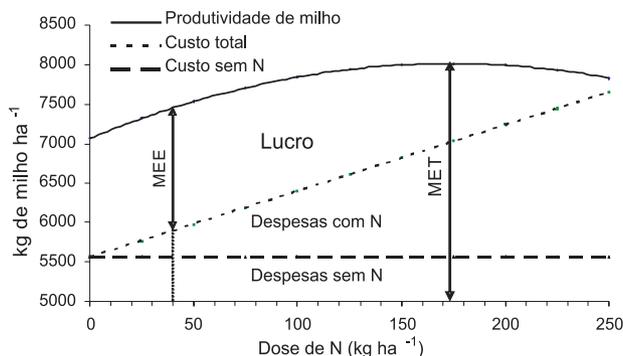


FIGURA 2. Curva de produtividade e custos de milho cultivado após nabo forrageiro.

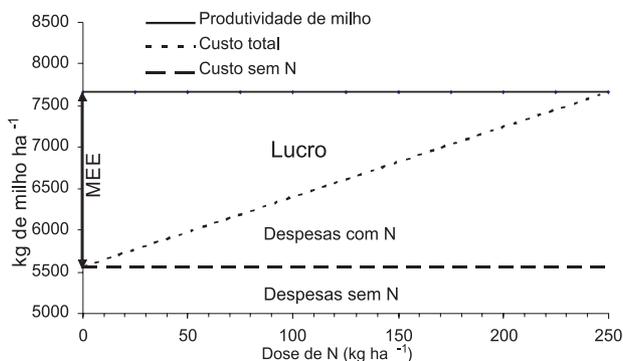


FIGURA 3. Produtividade e custos de milho cultivado após ervilhaca peluda.

lizam nitrogênio, seja pela reciclagem e rápida mineralização, como o nabo forrageiro, ou pela fixação simbiótica, como a ervilhaca peluda, a necessidade de adubação com o nutriente é menor para alcançar a MEE. A máxima eficiência econômica é um valor interessante, porém, desvios moderados em torno dela causam reduzidas conseqüências práticas (Raij, 1991).

Pode-se observar, na Tabela 1, que variações em torno da MEE causaram pequenas variações no lucro total. Na sucessão aveia preta/milho, entre 125 e 175 kg ha⁻¹ de N, a variação foi de 0,82% no lucro total. Na sucessão nabo forrageiro/milho, entre 25 e 75 kg ha⁻¹ de N a variação é de 0,55% no lucro total. Quando o milho foi cultivado em sucessão a ervilhaca peluda, a dose zero foi a que proporcionou maior lucro, porém, a aplicação de 25 kg ha⁻¹ de N, por exemplo, causou uma redução de apenas 2,7% no lucro. Por outro lado, altas doses de nitrogênio, na sucessão ervilhaca peluda/milho, causaram grande diminuição do lucro. A aplicação de

100 kg ha⁻¹ de N reduziu o lucro de 27,38% para 16,43% (Tabela 1).

Outro aspecto da adubação é sua eficiência nas diferentes doses utilizadas. A eficiência do nitrogênio é calculada pela relação entre o incremento na produção pelo incremento na adubação, ambos em kg de milho por hectare. Para a sucessão aveia preta/milho, na dose de 25 kg ha⁻¹, por exemplo, a eficiência foi de 29 kg de milho por kg de nitrogênio, enquanto, na dose de 150 kg ha⁻¹, a eficiência foi de 10 kg de milho por kg de nitrogênio. Por outro lado, a comparação entre as culturas antecessoras mostra que a eficiência do adubo é menor nas que disponibilizam mais nitrogênio. Na sucessão aveia preta/milho, a dose de 25 kg ha⁻¹ proporcionou uma eficiência de 29 kg de milho por kg de nitrogênio, enquanto, no nabo forrageiro, a eficiência na mesma adubação foi de 10 kg de milho por kg de nitrogênio. Na sucessão ervilhaca peluda/milho não houve eficiência da adubação porque as doses não aumentaram a produtividade. Em trabalho desen-

TABELA 1. Eficiência e retorno econômico do fertilizante nas três sucessões de cultura.

Dose de (kg/ha)	Eficiência do fertilizante								
	Produtividade (kg ha ⁻¹).			(kg de milho/ kg de N)			Lucro total (kg milho ha ⁻¹)		
	AP ¹	Nf ²	Ep ³	Ap ¹	Nf ²	Ep ³	Ap ¹	NF ²	Ep ³
0	5092,3	7067,9	7659,7	0,0	0,0	0,0	-470,54	1505,04	2096,88
25	5824,2	7320,5	7659,7	29,3	10,1	0,0	51,79	1548,16	1887,36
50	6460,7	7534,0	7659,7	25,5	8,5	0,0	478,77	1552,13	1677,84
75	7001,8	7708,4	7659,7	21,6	7,0	0,0	810,40	1516,96	1468,31
100	7447,6	7843,6	7659,7	17,8	5,4	0,0	1046,68	1442,64	1258,79
125	7798,1	7939,7	7659,7	14,0	3,8	0,0	1187,62	1329,18	1049,26
150	8053,2	7996,6	7659,7	10,2	2,3	0,0	1233,20	1176,57	839,74
175	8213,0	8014,3	7659,7	6,4	0,7	0,0	1183,44	984,82	630,22
200	8277,4	7993,0	7659,7	2,6	-0,9	0,0	1038,32	753,92	420,69
225	8246,4	7932,4	7659,7	-1,2	-2,4	0,0	797,86	483,87	211,17
250	8120,1	7832,8	7659,7	5,1	4,0	0,0	462,04	174,68	1,64

¹ AP; aveia preta/milho

² NF; nabo forrageiro/milho

³ EP; ervilhaca peluda/milho

volvido por Sangoi et al.(2006), verificou-se que o maior investimento em práticas de manejo e insumos aumenta o rendimento de grãos e a margem bruta na cultura do milho.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a dose de nitrogênio que proporciona maior lucro na cultura de milho depende da cultura antecessora e, ainda, as culturas antecessoras que disponibilizam mais nitrogênio proporcionam maior lucro na cultura de milho, com menor utilização de insumos.

Literatura Citada

CALEGARI, A.; HECKLER, J. C.; SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. A. Culturas, sucessões e rotações. In: SALTON, J.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto**. O produtor pergunta, a embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. p. 59-80. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

DERPSCH, R.; RITH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.; KRAUSE, R.; BLANKEN, J. **Controle da erosão no Paraná, Brasil**: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Londrina: IAPAR, 1991. 269 p.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L. et al. Desempenho agrônomico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

INDICADORES DA AGROPECUÁRIA. Brasília, DF: CONAB, v. 12, n. 12, 2003.

IBGE. **Levantamentos sistemáticos de produção agrícola**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=501&z=t&o=11>> Consultado em: 20 jun. 2003.

MELO FILHO, G .A. de; RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de milho 1a safra, 2001/02, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2001. 4 p. (EMBRAPA-CPAO.Comunicado técnico, 42).

MELO FILHO, G. A. de; RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de milho 1a safra, 2002/03, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2002. 6 p. (EMBRAPA-CPAO.Comunicado técnico, 57).

MELO FILHO, G. A.de; RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de milho 1a safra, 2003/04, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2003. 6 p. (EMBRAPA-CPAO.Comunicado técnico, 79).

PÖTTKER, D.; ROMAN, E. S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 5, p. 763-770, 1994.

RAIJ, B. van., **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Agronomica Ceres, 1991. 343 p.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; SILVA, P. R. F. et al. Rendimento de grãos e margem bruta de cultivares de milho com variabilidade genética contrastante em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 747-755, 2006.

