

T 938.17334

RIC
fro

ALCEU RICHETTI

**FRONTEIRA DE PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA ECONÔMICA NA
CULTURA DA SOJA NO MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Administração Rural, Área de Concentração em Administração da Empresa Rural, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Professor Ricardo Pereira Reis

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

CENTRO de DOCUMENTAÇÃO
CEDOC/DAE/UFLA

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Richetti, Alceu

Fronteira de produção e eficiência econômica na cultura da soja no Mato
Grosso do Sul / Alceu Richetti. -- Lavras : UFLA, 2000.
82 p. : il.

Orientador: Ricardo Pereira Reis.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Função de produção. 2. Eficiência econômica. 3. Soja. 4. Economia agrícola.
5. Econometria. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-338.17334
-633.34

ALCEU RICHETTI

**FRONTEIRA DE PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA ECONÔMICA NA
CULTURA DA SOJA NO MATO GROSSO DO SUL**

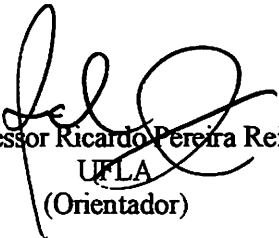
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Administração Rural, Área de Concentração em Administração da Empresa Rural, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 11 de dezembro de 2000

Prof. Antônio Carlos dos Santos UFLA

Prof. Ruben Delly Veiga UFLA

Prof. Danilo Rolim Dias de Aguiar UFV


Professor Ricardo Pereira Reis
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

A meus filhos,

a Maria Helena

e a meus amigos,

pelo apoio à realização de meus estudos,

dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, pelo apoio financeiro para a realização deste curso.

Ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste – CPAO, pela oportunidade de treinamento concedida.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, especialmente ao Departamento de Administração e Economia – DAE, no qual foi possível desenvolver este trabalho.

Ao professor Ricardo Pereira Reis, pela valiosa orientação, dedicação, estímulo, amizade e conhecimentos transmitidos.

A Geraldo Augusto de Melo Filho, conselheiro acadêmico, pelo apoio e contribuições na condução deste estudo.

Aos professores do Curso de Mestrado, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Ruben Delly Veiga, pela valiosa colaboração na elaboração deste trabalho.

A todos os colegas do curso com os quais compartilhei momentos de trabalho e lazer e, em especial, a Ercílio Santos, Gil Teixeira, Joelsio José Lazzarotto, Nestor Breda e Reginaldo Ferreira de Souza, pelo incentivo, amizade e companheirismo.

A todos os funcionários do Departamento de Administração e Economia, em especial a Tadeu e Márcia pela atenção e dedicação.

A Eveline e a Juliana pela revisão deste trabalho.

A todos os funcionários da Biblioteca Central, em especial ao Sebastião e Antônio Máximo, pela amizade, confiança e atenção.

A todos os funcionários da Associação dos Pós-Graduandos pela simpatia e dedicação na multiplicação deste trabalho.

A meus filhos, Cleudson e Flávio, pela compreensão e incentivo e que, apesar da distância, sempre permaneceram presentes na minha vida.

A meu filho Diego e ao Fábio, que sempre estiveram a meu lado.

A Maria Helena, companheira de todas as horas, por todos os momentos perdidos de mútuo convívio. Sem ela tudo seria mais difícil.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Aspectos do agronegócio da soja no Brasil	2
1.2 Aspectos do agronegócio da soja no Mato Grosso do Sul	4
1.3 O problema e sua importância	6
1.4 Objetivos	9
1.5 Hipóteses	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
3 METODOLOGIA	14
3.1 Modelo teórico	14
3.1.1 Teoria da produção	14
3.1.2 Medidas de eficiência	20
3.2 Modelo de analítico	23
3.2.1 Modelo empírico da função fronteira	23
3.2.2 Determinação da eficiência econômica	26
3.2.3 Estimação da função de produção fronteira	29
3.2.4 Área de estudo e fonte dos dados	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 Caracterização dos produtores e do sistema de produção	36
4.2 Estimativa dos modelos de função fronteira	40
4.2.1 Função de produção fronteira para a condição de posse das terras	41
4.2.2 Função de produção fronteira para os grupos de área total	44
4.2.3 Função de produção fronteira para as regiões produtoras	46
4.3 Análise da eficiência econômica	49
4.3.1 Eficiência econômica para a condição de posse das terras	50

4.3.2 Eficiência econômica para os grupos de área total	53
4.3.3 Eficiência econômica por região produtora de soja	55
5 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela		Página
1	Área colhida, produção e produtividade da soja no Brasil, 1970 a 2000	3
2	Área colhida, produção e produtividade da soja no estado de Mato Grosso do Sul, 1970 a 1999	5
3	Estimativa da população ocupada na produção de soja nos principais estados produtores do Brasil, 1995/96	6
4	Área colhida, produção e produtividade da soja nos principais municípios produtores do Mato Grosso do Sul, safra 1998/99	34
5	Número de produtores entrevistados por região e por município do Mato Grosso do Sul, 1996/97	35
6	Número de produtores entrevistados segundo a condição de posse das terras e área média cultivada com soja no Mato Grosso do Sul, 1996/97	37
7	Número de produtores entrevistados por grupos de área total e área média de cultivada com soja no Mato Grosso do Sul, 1996/97	38
8	Número de produtores entrevistados por região produtora e área média cultivada com soja no Mato Grosso do Sul, 1996/97	38
9	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para a condição de posse das terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97	43
10	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os grupos de área total no Mato Grosso do Sul, 1996/97	46
11	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja por regiões produtoras no Mato Grosso do Sul, 1996/97	48
12	Índice de eficiência econômica na produção de soja por condição de posse das terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97	52
13	Índice de eficiência econômica na produção de soja por grupos de área total no Mato Grosso do Sul, 1996/97	54
14	Índice de eficiência econômica na produção de soja por regiões produtoras no Mato Grosso do Sul, 1996/97	56

RESUMO

RICHETTI, Alceu. Fronteira de produção e eficiência econômica na cultura da soja no Mato Grosso do Sul. Lavras: UFLA, 2000. 82p. (Dissertação – Mestrado em Administração)¹.

Este trabalho procurou avaliar a eficiência econômica na utilização dos recursos produtivos na cultura da soja no estado de Mato Grosso do Sul. Além disso, buscou caracterizar a produção de soja, estimar as funções fronteira de produção e identificar a eficiência econômica do uso de fatores de produção pelos produtores de soja na região de estudo. O trabalho abrange os principais municípios produtores de soja do estado de Mato Grosso do Sul, dispondo de dados primários coletados diretamente junto a produtores por meio de questionários com questões estruturadas e semi-estruturadas. Procurou-se caracterizar os produtores de soja do estado pela condição de posse das terras, por grupos de área total e por regiões produtoras. A eficiência econômica foi estimada por meio de uma função fronteira de produção em uma amostra de 151 produtores de soja. A exploração econômica da cultura da soja no Mato Grosso do Sul é desenvolvida por produtores que praticam uma agricultura tecnificada, com visão empresarial. Em relação à posse e uso da terra, a maioria dos produtores é proprietário-arrendatário, sendo minoria os arrendatários. Os produtores arrendatários foram os que alcançaram o melhor nível de eficiência, seguidos pelos proprietários. Já os proprietários-arrendatários não foram eficientes. Considerando a fronteira de eficiência estabelecida neste estudo, todos os produtores de soja, quando avaliados por tamanho de área, são em parte ineficientes economicamente. No entanto, os resultados obtidos indicam um alto grau de similaridade entre os produtores, por apresentarem características comuns tais como a região, a mão-de-obra, tecnologia, entre outras. Quando avaliados por região, os produtores do norte estão operando próximos da fronteira de eficiência estabelecida, sinalizando uma tendência mais favorável na realocação de recursos e, portanto, atingindo a eficiência. O nível médio de eficiência econômica alcançado pelos produtores de soja no estado de Mato Grosso do Sul foi de 80,28%. Este índice indica que a tendência de ganhos adicionais na produtividade e/ou na redução dos custos de produção podem ser obtidos com melhor desempenho econômico dos produtores, levando-os a operar na fronteira de produção. De maneira geral, esperava-se que os produtores de soja do Mato Grosso do Sul operassem na fronteira de eficiência estabelecida

¹ Professor orientador: Ricardo Pereira Reis (UFLA)

neste estudo. Porém, os resultados alcançados indicaram que os produtores não conseguem explorar potencialmente a tecnologia disponível e, conseqüentemente, obter melhores resultados econômicos, em razão da presença de parte de ineficiência econômica no processo produtivo.

ABSTRACT

RICHETTI, Alceu. Production frontier and economical efficiency in the soy bean production in the State of Mato Grosso do Sul. Lavras: UFLA, 2000. 82p. (Dissertation- Master in Rural Administration)¹.

This piece of work has sought to evaluating the economical efficiency in the use of productive resources in the soybean production in the state of Mato Grosso do Sul. Besides, it also aimed at characterizing the soybean production, estimating the production frontier functions and identifying the economical efficiency of the use of production factors by the producers of soybean in the area of study. The paper comprises the main soybean producing towns in the state of Mato Grosso do Sul, starting off from primary data gathered directly from the producers through surveys which featured structured and semi-structured questions. Criteria for characterization of producers were total of land possession, total area groups and producing areas. Economical efficiency was estimated through a production frontier function in a sample of 151 soybean producers. The economical exploitation of soybean cultures in Mato Grosso do Sul is developed by producers who practice a technified kind of agriculture, with an entrepreneur's eye. As for land possession and use, most of the producers belong to the land-lessor type, the renters being minority. The renters reached the highest production levels, followed by the owners. The lessors were not as efficient. Taking the efficiency frontier settled for this study into consideration, all soybean producers proved to be partly inefficient when evaluated for area size, economically speaking. Nevertheless, the results fared indicate a high degree of similarity among producers, as they feature common characteristics such as region, labor, technology, among others. When evaluated as for the region, the upstate producers proved to be operating close to the efficiency frontier settled, signaling a more favorable trend for the relocation of resources and, thus, reaching efficiency. The average economical efficiency index reached by the soybean producers in the state of Mato Grosso do Sul was 80.28%. Such index indicates that a tendency to gains in productivity and/or production cost reductions can be obtained through a better economical performance by the producers, which may lead them to operating on the production frontier line. In a general sense, it was expected that the soybean producers of Mato Grosso do Sul operated on the efficiency frontier settled for this study. The results fared, however, indicate that the producers are not able to potentially exploit the

¹ Adviser: Ricardo Pereira Reis – UFLA.

technology available and consequently obtain better economical results, due to the presence of some economical inefficiency in the production process.

1 INTRODUÇÃO

A atividade agrícola no Brasil passou por diversas transformações nas últimas décadas, observando-se o crescimento contínuo da produção com ganhos de produtividade, apesar do decréscimo na área total cultivada.

Dos anos 1950 aos 70, coube à agricultura o papel de fornecedor de alimentos baratos para a população, de matérias-primas para a indústria e de gerador de divisas para a compra de importados. Neste período, o aumento da produção de grãos foi decorrente do aumento da área cultivada.

A partir da década de 1970, segundo Pereira (1993), a agricultura brasileira acelerou o seu processo de modernização, alterando a base técnica e econômica da produção agrícola. As políticas de modernização foram fortalecidas por meio do apoio financeiro ao custeio e investimento, principalmente, a Política de Garantia de Preços Mínimos – PGPM e da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, em 1973, para fornecer a tecnologia agropecuária visando à elevação da produtividade e à redução dos custos de produção.

No processo de modernização da agricultura, para Portugal (1995), o maior mérito deve ser creditado aos produtores que acreditaram no setor, adquirindo áreas em zonas de expansão da fronteira agrícola e, depois, adotando inovações tecnológicas que permitiram ganhos de produtividade. A partir dos anos 1970, a produtividade da terra tornou-se o fator preponderante na explicação do aumento da produção agrícola brasileira.

No início da década de 1990, surgiu um novo ambiente institucional, com uma economia liberalizante e aberta aos mercados internacionais, priorizando o desenvolvimento de novos mecanismos em substituição ao intervencionismo governamental, quer no fornecimento de crédito, no

gerenciamento de preços ou na política de comercialização. Nesse cenário, a agricultura brasileira passou a ter um novo desafio: obter maior eficiência no processo produtivo, buscando incrementar maior competitividade do setor agrícola, tomando-se uma atividade profissional e empresarial.

O desenvolvimento da produção de soja no Brasil aconteceu em um período de crescimento rápido da demanda mundial de produtos derivados da oleaginosa, sendo que a aplicação de mecanismos de política econômica forneceu as condições para essa expansão (Warnken, 1999). Desde os anos 1960, o setor da soja atingiu status, merecendo a atenção dos formuladores de política econômica, sendo considerada um produto estratégico pelo governo, principalmente no que tange ao desenvolvimento de tecnologias aplicadas e ao volume de recursos alocados pelo crédito rural e política de preços mínimos. Some-se a isso o significativo aumento real do preço internacional dos produtos primários nos anos 1970 e o rápido crescimento da avicultura brasileira no final da década de 1960 e o início da de 70.

1.1 Aspectos do agronegócio da soja no Brasil

A soja foi introduzida no Brasil no início do século XX, mas foi na década de 70 que a cultura passou a ter expressivo crescimento. Até os anos 1980 sua produção concentrava-se na região centro-sul, mas, a partir desta época, aumentou significativamente a participação da região centro-oeste. Essa expansão da área cultivada com soja no Brasil foi resultante da ocupação de novas fronteiras nas regiões centro-oeste e norte e da substituição de outras culturas na região centro-sul.

A Tabela 1 sintetiza as principais informações sobre a evolução da cultura da soja no Brasil. A área e a produção, em três décadas, aumentaram

923,8% e 2.004,6%, respectivamente. De 1,3 milhão de hectares e uma produção de 1,5 milhão de toneladas em 1970, passou para 13,5 milhões de hectares e produção de 31,7 milhões de toneladas em 2000. Este aumento na produção ocorrida nos últimos anos foi devido, em grande parte, ao aumento da produtividade, decorrente, principalmente, da utilização de variedades mais produtivas. A produtividade, que em 1970 era de 1,1 mil quilogramas por hectare, atingiu 2,3 mil quilogramas por hectare na safra 1999/00.

Até meados da década de 1970, as exportações brasileiras foram dominadas pelo café e pelo açúcar que, juntos, contribuíram com mais de 60% das vendas para o exterior (Agrivision, 1999). Em 1999, o café representou apenas 5% das exportações agrícolas, enquanto o complexo soja contribuiu com aproximadamente 8% (Indicadores da Agropecuária 2000). As exportações brasileiras do complexo soja, que em 1986 representaram US\$ 1,6 bilhão, atingiram, em 1999, US\$ 5,7 bilhões, tornando-se o produto mais importante da pauta brasileira de exportações.

TABELA 1 Área colhida, produção e produtividade da soja no Brasil, 1970 a 2000.

Ano	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
1970	1.318.809	1.508.540	1.144
1975	5.824.492	9.893.008	1.699
1980	8.774.023	15.155.804	1.727
1985	10.153.405	18.278.585	1.800
1990	11.487.303	19.897.804	1.732
1995	11.675.005	25.682.637	2.200
2000	13.502.327	31.748.036	2.351

Fonte: Anuário... (1974, 1976, 1982, 1987/88, 1992, 1997), IBGE (2000).

1.2 Aspectos do agronegócio da soja no Mato Grosso do Sul

No estado do Mato Grosso do Sul, de acordo com Fontoura (1981), a introdução da cultura da soja foi promovida por agricultores oriundos do sul do país. Para a abertura de novas áreas, os produtores cultivavam arroz de sequeiro nas áreas de campo e cerrado, antes ocupadas pela pecuária extensiva. Em vista dos elevados riscos com a cultura do arroz, dada a ocorrência de fortes veranicos durante seu cultivo, os agricultores passaram a cultivar a soja em substituição ao arroz de sequeiro.

Os investimentos agrícolas feitos por grandes grupos empresariais, a partir da metade da década de 1970, proporcionaram um crescimento rápido da cultura da soja naquele estado. A utilização de variedades adaptadas às condições locais, adequadas técnicas de cultivo e manejo de pragas contribuíram para a expansão da cultura e aumento da produtividade, atualmente uma das mais altas do país.

A soja teve expansão acentuada até o final da década de 1980. De uma área igual a 5,8 mil hectares e uma produção de 8,9 mil toneladas em 1970, o Mato Grosso do Sul passou a cultivar 1,3 milhão de hectares, com uma produção de 2,5 milhões de toneladas em 1985. Mas, no período de 1985 a 1999, a área cultivada com soja apresentou uma redução de 17,9%, atingindo pouco mais de 1,0 milhão de hectares. Esta redução deve-se, em parte, ao aumento da área cultivada com a cultura do milho. A produção, porém, cresceu chegando 2,8 milhões de toneladas, já que a produtividade teve um expressivo aumento, passando de 1,5 mil quilogramas por hectare, em 1970, para 2,6 mil quilogramas por hectare na safra 1998/99 (Tabela 2). Esse aumento da produtividade ocorreu devido ao uso crescente de tecnologias existentes à disposição dos produtores, principalmente cultivares resistentes a doenças e com maior potencial produtivo.

TABELA 2 Área colhida, produção e produtividade da soja no estado de Mato Grosso do Sul, 1970 a 1999.

Ano	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
1970	5.809	8.995	1.548
1975	194.280	272.624	1.403
1980	806.559	1.322.082	1.639
1985	1.307.640	2.558.720	1.957
1990	1.256.469	2.038.814	1.623
1995	1.043.689	2.283.546	2.188
1999	1.073.760	2.799.117	2.607

Fonte: Anuário... (1974, 1976, 1982, 1987/88, 1992, 1997), IBGE (1999).

De acordo com o Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1995 e 1996, o número de pessoas envolvidas com a produção de soja no Mato Grosso do Sul era relativamente pequeno se comparado ao Paraná e Rio Grande do Sul. O Mato Grosso do Sul tinha uma população rural de pouco mais de 323,5 mil pessoas em 1995, das quais, apenas 15,4 mil ocupavam-se com a soja. O número total de estabelecimentos agropecuários sul-matogrossenses era de pouco mais de 49,4 mil e destes, 4,2 mil cultivavam soja, correspondendo a 8,53% dos estabelecimentos com soja (Tabela 3).

Estima-se que, no período compreendido entre 1993/94 e 1997/98, a renda bruta obtida com a soja cresceu, no Brasil, 37,30%, enquanto que no Mato Grosso do Sul o acréscimo foi de 19,83% (Agrivision, 1999). Em termos de empregos gerados, pode-se estimar que, no país, praticamente não houve variação no período, mas, no Mato Grosso do Sul, diminuiu em 19,82%.

TABELA 3 Estimativa da população ocupada na produção de soja nos principais estados produtores do Brasil, 1995/96.

País/ estado	População rural total	Número de estabelecimentos agropecuários		Estabelecimentos com soja (%)	Estimativa de pessoal ocupado com soja
		Total	Com soja		
BR	33.993.332	4.858.457	242.998	5,00	891.802
SP	2.351.492	218.016	6.126	2,81	22.482
PA	1.991.814	269.875	69.738	18,85	255.938
RS	2.054.711	429.958	142.487	33,14	522.927
MS	323.516	49.423	4.217	8,53	15.476
MT	540.284	78.763	2.746	3,49	10.078
GO	642.145	111.791	3.482	3,11	12.779
MG	3.598.761	496.677	2.562	0,52	9.403
BA	4.714.832	699.126	747	0,12	2.742
Outros	17.775.777	2.404.828	10.893	0,45	39.977

Fonte: IBGE (1998).

Quanto à capacidade de processamento da soja, em 1990, o Brasil tinha uma capacidade diária de esmagamento de 90,8 mil toneladas, passando para 118 mil toneladas em 1997, um aumento de 30% (Agrivision, 1999). O estado de Mato Grosso do Sul participa com 5,7% dessa capacidade atual.

1.3 O problema e sua importância

O Mato Grosso do Sul é o quinto estado maior produtor de soja, contribuindo com 8,9% do total nacional, produzindo 2,8 milhões de toneladas

com uma produtividade de 2,6 mil quilogramas por hectare, enquanto que o rendimento médio nacional é de 2,4 mil quilogramas por hectare. No entanto, devido aos altos custos de produção e à grande distância dos centros consumidores e dos portos, a rentabilidade da cultura da soja é baixa. Outro aspecto importante nesse processo é o mercado internacional que determina os patamares de rentabilidade dos produtores agrícolas. Sendo que a margem de rentabilidade é cada vez mais dependente dos ganhos de produtividade, dados os preços internacionais, os aumentos de produtividade e/ou a redução dos custos de produção tornam-se condições imprescindíveis na busca de maior lucratividade.

Portanto, os agricultores necessitam utilizar os fatores de produção de forma a expressar todas as suas potencialidades e, dessa maneira, produzir com eficiência de escala. Neste sentido, os estudos voltados para economias de escala e custo de produção orientam o processo de tomada de decisão, mostrando a eficácia do uso dos diversos recursos de produção e a participação de cada variável no processo produtivo. E, ao se pensar em economias de escala, pensa-se nos fatores que contribuem na formação dos custos de produção.

A gestão profissional e empresarial de fazer agricultura implica em adaptações e/ou transformações da teoria e da prática administrativa, uma vez que, quanto maior o conhecimento e controle sobre a estrutura e o funcionamento da unidade de produção, maiores serão as possibilidades de melhorar os resultados econômicos. Com isso, a análise da eficiência técnica e econômica das atividades em uma empresa rural ganha importância cada vez maior.

A estimativa do nível de eficiência econômica de uma empresa pode ajudar na decisão sobre como melhorar o seu desempenho atual e desenvolver novas tecnologias para aumentar a produção com racionalidade. Além disso,

pode ser útil para o reconhecimento das disparidades entre o potencial de uma tecnologia e o atual nível de produção obtido.

O surgimento de um novo ambiente institucional nos anos 1990 aumentou a competitividade na economia, interligando os mercados nacionais de produtos e serviços e fez despontar as unidades de produção mais eficientes. Eficiência esta que decorre de menor custo e de outras estratégias como escala de produção, tecnologias disponíveis e logísticas como armazenamento, transporte e escoamento da produção. Sendo assim, a sobrevivência das empresas está diretamente ligada à eficiência de suas atividades.

O complexo soja, para Coelho (1996), tem assumido importante papel na economia brasileira, tanto no setor externo, com efeitos diretos e indiretos sobre o restante da economia, quanto na geração de parcelas substanciais de renda nos estados onde seu cultivo é praticado intensamente.

O Mercado Comum do Sul – MERCOSUL, segundo Portugal (1995), trouxe grandes desafios para o setor agrícola, fazendo com que subsectores não competitivos se voltassem para a busca de alternativas viáveis, mudando os sistemas de produção em uso para outros mais competitivos.

O estado de Mato Grosso do Sul, pela sua proximidade com os países componentes do MERCOSUL, necessita produzir com maior eficiência para tornar-se mais competitivo, uma vez que a soja argentina apresenta maior competitividade no mercado internacional do que a brasileira. Além disso, o custo de produção da soja na Argentina, com produtividades semelhantes, é 21% menor que no Brasil. Esta diferença de custo é explicada pela fertilidade natural dos solos argentinos que apresentam altos rendimentos com um nível mínimo de fertilizantes. E, apesar de ser o segundo maior produtor de soja, conforme dados de Indicadores da Agropecuária (2000), em 1999, o Brasil importou dos países do MERCOSUL cerca de US\$167,2 milhões em grãos e produtos derivados da soja.

1.4 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral a avaliação da eficiência da utilização dos recursos produtivos na cultura da soja no estado de Mato Grosso do Sul.

Especificamente, pretende-se:

- a. caracterizar a produção de soja nas principais regiões produtoras do Mato Grosso do Sul;
- b. estimar a função fronteira de produção de soja na região de estudo;
- c. identificar a eficiência econômica do emprego de fatores de produção pelos produtores de soja considerando: a condição de posse das terras, os grupos de área total, as regiões produtoras e o estado.

1.5 Hipóteses

Atualmente, quando se busca aumentos da rentabilidade com a redução dos custos de produção e considerando o desafio de obter maior eficiência no processo produtivo, uma questão importante que se apresenta é a estimativa do nível de eficiência econômica dos produtores de soja do estado de Mato Grosso do Sul. Especificamente, as hipóteses a serem testadas são:

- a. os produtores de soja do Mato Grosso do Sul têm elevados níveis de eficiência econômica na utilização dos recursos produtivos, de modo que atingem a fronteira de produção;
- b. acredita-se que os proprietários sejam mais eficientes que os arrendatários e os proprietários-arrendatários;
- c. espera-se que os médios e grandes produtores de soja obtenham os maiores níveis de eficiência econômica, uma vez que eles têm maior facilidade de

acesso a tecnologia, recursos financeiros e maior poder de negociação, entre outros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Estudos sobre eficiência partindo da estimação de funções de produção, principalmente a função de produção fronteira, têm apresentado avanços na literatura recente. No âmbito internacional esta metodologia é muito discutida, enquanto que no Brasil é pequena sua utilização.

Entre esses estudos pode-se citar o trabalho de Lingard, Castillo e Jayasuriya (1983), que estimaram a eficiência de uma amostra de produtores de arroz nas Filipinas, encontrando o nível médio de eficiência técnica e uma relação positiva entre eficiência e experiência do fazendeiro, informação, educação e contatos com a extensão rural.

Derivando analiticamente uma fronteira de custo tipo Cobb-Douglas, Taylor, Drummond e Gomes (1986) mediram a eficiência econômica de empresas rurais no Brasil e encontraram níveis muito baixos de eficiência entre fazendas participantes e não participantes do programa de crédito rural do governo federal.

A eficiência dos produtores de arroz no Paquistão foi medida por Ali e Flinn (1989) que, pelo uso de uma função de lucro translog de fronteira estocástica, observaram perdas no lucro por ineficiência técnica dos produtores. Os fatores mais importantes na explicação das perdas foram: nível de educação, não disponibilidade de crédito e pouca utilização de irrigação e fertilizante.

Utilizando fronteiras de custo tipo Cobb-Douglas, Bravo-Ureta e Rieger (1990) mediram a eficiência econômica na produção de leite de várias fazendas nos Estados Unidos, observando que a maior parte das empresas alocou os recursos de forma eficiente.

Analisando a produção de diferentes regiões agrícolas do Paquistão pela programação matemática, Ali e Chaudhry (1990) notaram que os aumentos na

renda dos produtores deveram-se à adoção de tecnologias e à eficiente alocação dos recursos.

Neff, Garcia e Nelson (1993) estimaram a eficiência técnica de um grupo de produtores de grãos no estado de Illinois, Estado Unidos, comparando quatro especificações diferentes para estimar a eficiência técnica: dois modelos não-paramétricos e dois paramétricos. Em geral, os modelos indicaram que os produtores encontravam-se em elevado nível de eficiência.

Para estimar a eficiência econômica de uma amostra de produtores de frangos no Brasil, Tupy (1996) utilizou a metodologia de função fronteira, constatando que as empresas registraram elevados níveis de eficiência econômica.

A eficiência técnica, alocativa e econômica de pequenos agricultores na região de Dajabon, na República Dominicana, foi estimada por Bravo-Ureta e Pinheiro (1997) que modelaram uma função de produção Cobb-Douglas de fronteira estocástica, encontrando elevados níveis de eficiência técnica. Investigaram também as relações entre níveis de eficiência técnica e tamanho da fazenda, educação e experiência. As variáveis educação e experiência provocaram impacto positivo sobre o nível de eficiência técnica.

Em seu estudo, Araújo (1997) estimou a fronteira de eficiência econômica de 33 propriedades sob condições de risco no sul do estado de Santa Catarina, utilizando a programação linear por meio do modelo Minimização do Desvio Absoluto Total - MOTAD. O principal resultado da análise de eficiência foi a existência de um potencial médio de crescimento da margem bruta de 49,90% e de 62,59%, quando o produtor adotou, respectivamente, os planos de máxima utilidade e de máximo retorno, dada a disponibilidade de fatores de produção e o nível de risco que desejava suportar.

Por meio de uma função homotética-raio, Ferreira (1998) analisou a eficiência e economias de escala na produção de frango de corte em Minas Gerais. Os resultados apresentaram baixos níveis de eficiência econômica.

Para estimação da eficiência técnica de uma amostra de produtores representantes da agricultura comercial brasileira, Conceição (1998) utilizou o modelo de função de produção fronteira estocástica. O autor constatou que houve variações na eficiência técnica estimada em cada fazenda e que aproximadamente 52% dos produtores registraram elevados níveis de eficiência técnica.

A eficiência técnica de estabelecimentos rurais que têm como atividade principal a produção de leite foi analisada por Ferreira, Becker e Waquil (1999). O índice médio de eficiência encontrado foi de 81% do valor bruto da produção.

Utilizando o modelo Análise Envoltória de Dados – DEA, Gomes e Alves (2000) mediram a eficiência técnica de uma amostra de produtores de leite dos estados de Minas Gerais e São Paulo. Os resultados indicaram que a eficiência técnica média da amostra, considerando-se retornos constantes à escala, foi de 85% e que os produtores poderiam reduzir seus gastos com insumos, em até 15% sem comprometer a produção.

Considerando-se as informações obtidas na literatura, observa-se que os estudos sobre eficiência na agropecuária são bastante generalizados. Porém, na cultura da soja, a estimativa da eficiência econômica por meio da função de produção fronteira não tem sido freqüente.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelo teórico

3.1.1 Teoria da produção

Este estudo tem sua fundamentação baseada na teoria da produção e do custo, segundo a qual existe dualidade entre as funções de produção e de custo. Desta forma, o processo produtivo pode ser estudado empiricamente, empregando-se uma função de produção ou uma de custo.

O conceito básico da teoria da dualidade fundamenta-se na proposição de que existe mais de uma maneira de se representar a tecnologia de produção e, para Reis (1992), diz respeito à relação ou correspondência biunívoca existente entre funções que surgem no contexto do problema de otimização de forma que, conhecendo-se uma, é possível, sob certas condições, derivar a outra e vice-versa.

O desenvolvimento da teoria da dualidade no estudo econômico, ainda de acordo com Reis (1992), permite examinar as relações de produção, custo e lucro. Com a aplicação da dualidade é possível recuperar, sob determinadas condições, toda informação relevante sobre a tecnologia da produção utilizando uma função de custo ou de lucro. E, para isto, não há necessidade de se conhecer diretamente a função de produção, sendo suficiente estimar modelos econômicos como as funções de custo.

A teoria da produção é basicamente a teoria da escolha entre alternativas. O objetivo é a maximização de seus resultados obtendo o maior nível de produção possível em face da combinação de determinadas quantidades de fatores. Ou seja, a otimização dos resultados poderá ser obtida quando for

possível maximizar a produção para um dado custo total ou minimizar o custo total para um dado nível de produção.

A análise dos custos se baseia nos princípios da teoria da produção e é determinada pelas quantidades físicas de produção e pelos preços dos insumos utilizados. Assim, o custo de produção pode ser definido como o total das despesas realizadas com a aquisição e processamento dos recursos utilizados no processo produtivo de determinada atividade econômica.

Ao se analisar os custos de produção, faz-se uma distinção entre o curto e o longo prazos. O prazo é um fator importante na análise econômica e está associado ao ciclo do processo produtivo, referindo-se ao horizonte de tempo sobre o qual a empresa pretende se expandir.

Curto prazo é o período de tempo em que a empresa não pode variar as quantidades de alguns dos recursos utilizados, isto é, o período mínimo entre o emprego dos recursos e a resposta a estes em forma de produto. No curto prazo, os recursos utilizados são classificados em fixos e variáveis. As despesas deles decorrentes são os custos fixos e variáveis. Custos fixos são aqueles correspondentes aos recursos que têm duração superior aos do curto prazo, daí sua recomposição ser feita a longo prazo, ou seja, em tantos ciclos produtivos quanto o permitir sua vida útil. Já os custos variáveis referem-se aos recursos que têm a duração inferior ou igual aos do curto prazo, sendo sua recomposição feita a cada ciclo do processo produtivo. Os custos fixos e os custos variáveis para diferentes quantidades de produto são as partes componentes dos custos totais. Dividindo-se o custo total pelas quantidades produzidas obtém-se o custo médio.

Longo prazo é o período de tempo suficientemente longo em que as quantidades dos recursos produtivos podem variar, alterando, inclusive, o tamanho do negócio agrícola. No longo prazo, todos os recursos de produção podem variar e, por isto, todos os custos são variáveis.

É necessário enfatizar que, para entender os princípios da produção, o volume produzido depende das quantidades dos vários insumos utilizados e esta relação é descrita por uma função de produção.

Uma função de produção é a relação que indica a produção máxima obtida a partir de qualquer combinação de fatores de produção num determinado tempo, dada a tecnologia disponível. A função de produção, de acordo com Vasconcelos e Garcia (1998), admite sempre que o produtor esteja decidindo a maneira mais eficiente de combinar os fatores e, conseqüentemente, obter a maior quantidade de produto. Como a função de produção depende de todos os fatores produtivos, fica implícito o tamanho da empresa. Neste caso, uma função de produção pode ser representada da seguinte forma:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n, K) , \quad (1)$$

sendo Y a quantidade de produto; $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ as quantidades empregadas dos n fatores de produção e K o capital fixo utilizado.

Da função de produção pode-se derivar as curvas de isoquantas, ou seja, o lugar geométrico que indica as combinações dos fatores de produção que geram o mesmo nível de produção. Como a combinação de fatores pode permitir diferentes níveis de produção, a preocupação da economia da produção é determinar ou identificar aquela em que se possa obter o produto máximo. E, para isto, é necessário conhecer o conceito de isocusto ou linhas dos custos constantes, que são estabelecidas pelos preços dos recursos. As curvas de isocusto mostram as várias combinações de insumos que se podem adquirir com um determinado dispêndio.

A curva de isocusto pode ser representada da seguinte forma:

$$CT = p_1X_1 + p_2X_2 + p_3X_3 + \dots + p_nX_n + f(K) , \quad (2)$$

sendo CT o custo total; $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ os preços dos insumos produtivos; $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ as quantidades de fatores empregados e $f(K)$ o custo fixo total para cada dimensão do empreendimento produtivo.

Se a função de produção e a equação representativa da condição de isocustos forem afetadas pelo tamanho da empresa, dado por K , a função do caminho de expansão, obtido pelos pontos de tangência entre as isoquantas e os diferentes isocustos, dependerá igualmente desta variável (Mello, 1995). Sua representação será:

$$T(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n, K) = 0 \quad (3)$$

Em cada ponto sobre o caminho de expansão pode-se determinar o nível ótimo de utilização dos fatores produtivos, ou seja, o nível de eficiência econômica e, conseqüentemente, o nível de produção da empresa. Sendo conhecidos os preços dos fatores, pode-se calcular o custo variável que, somado ao custo fixo, geram o custo total, que é expresso em função do nível de produção compatível com o tamanho da empresa. Assim:

$$CT = f(Q,K) + f(K) \quad (4)$$

sendo CT o custo total; $f(Q,K)$ os custos variáveis e $f(K)$ os custos fixos.

A função custo de longo prazo da empresa, de acordo com Varian (2000), é apenas a função custo de curto prazo avaliada à luz da escolha ótima dos fatores fixos. Nesse caso, sabendo-se que no longo prazo a empresa tem liberdade para ajustar seu tamanho e que todos os custos são variáveis, a curva de custo de longo prazo pode ser definida como o lugar geométrico dos pontos de mínimo custo de curto prazo para cada nível de produção. Assim, a curva de custo médio de longo prazo (CMeLP) apresenta-se como uma curva envolvente

às curvas de custo médio de curto prazo (CMeCP), ou seja, ela envolve ou se sobrepõe às curvas de curto prazo, apresentando com estas apenas um ponto em comum, dado que cada uma dependerá sempre do tamanho ou da dimensão da empresa. Esta curva mostra o menor custo unitário para produzir cada nível possível de produção. O ponto de mínimo de uma curva de custo médio de curto prazo corresponde sempre ao nível de escala ótima de produção, uma vez que é onde se situa o menor custo por unidade produzida, embora, no longo prazo, nem sempre a empresa estará operando neste ponto.

O nível de produção que minimiza o custo médio (CMe) representa o nível ótimo de escala. Para otimizar esta função, a condição necessária é que a derivada primeira em relação à quantidade produzida deva ser igual a zero e a condição suficiente, a derivada segunda, maior que zero. Logo:

$$\frac{dCMe}{dQ} = 0 \quad \text{e} \quad \frac{d^2CMe}{dQ^2} > 0 \quad . \quad (5)$$

A Figura 1 mostra a curva de custo médio de longo prazo (CMeLP) e a curva envoltória de um conjunto de curvas de custo médio de curto prazo (C1, C2, ..., C5). O ponto de tangência (E) assinala o ponto de operação de menor custo de todas as curvas de custo de curto prazo e indica que as empresas, no lado esquerdo do ponto E, parte descendente da curva, não estariam operando com plena capacidade e à direita as empresas estariam com excesso. Portanto, no ponto E, em que a curva de custo médio de curto prazo (CMeCP) é tangente à curva de custo médio de longo prazo (CMeLP) no seu ponto mínimo, tem-se tanto a escala ótima de produção como a escala ótima de tamanho da empresa.

A suposição de que todos os fatores de produção variam, inclusive o tamanho da empresa, dá origem aos conceitos de economias ou deseconomias de escala.

Os rendimentos de escala ou economias de escala representam a resposta da quantidade produzida a uma variação do nível utilizado de todos os fatores de produção, ou seja, quando a empresa aumenta seu tamanho. Em outras palavras, os rendimentos de escala se referem à forma como o produto varia à medida que altera a escala de produção. Quando a variação da quantidade do produto total é mais que proporcional à variação da quantidade utilizada dos fatores de produção há economias de escala, caso contrário há deseconomias de escala.

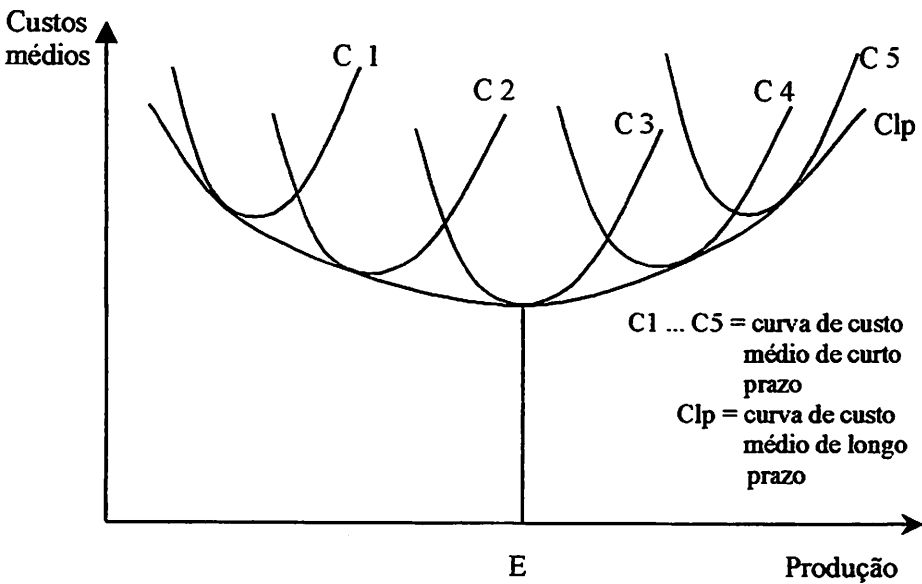


Figura 1 Custos médios de curto e longo prazos.

As economias de escala podem ser originadas pela divisão e especialização do trabalho e por fatores tecnológicos que, na Figura 1, são representadas pela fase descendente da curva de custo médio de longo prazo (CMeLP). Deseconomias de escala são provocadas pelas limitações à eficiência administrativa de controle e coordenação de uma empresa, que são representadas pela fase ascendente da curva CMeLP.

Na análise da teoria da produção, o conceito econômico da elasticidade do custo é definida como a variação proporcional no custo resultante de uma variação proporcional na produção. Ou seja, é igual à relação entre o custo marginal e o médio, sendo o custo marginal o aumento de custo ocasionado pela produção de uma unidade a mais de produto.

Nesse sentido medem-se os rendimentos de escala (RE) pela razão entre o custo médio (CMe) e o custo marginal (CMA), que é o inverso da elasticidade de custo (E_c) em relação à produção, ou seja:

$$RE = \frac{CMe}{CMA} \quad \text{ou} \quad RE = \frac{1}{E_c} \quad . \quad (6)$$

Assim, o rendimento de escala pode ser inferior, igual ou superior à unidade e a empresa confrontar-se-á com economias de escala decrescentes, constantes e crescentes, respectivamente.

3.1.2 Medidas de eficiência

Para análise da gestão dos recursos produtivos, os indicadores de interesse são as eficiências técnica, alocativa e econômica.

A eficiência econômica é entendida como um processo da produção em que os custos são minimizados, dados os preços dos fatores (eficiência alocativa) e, ao mesmo tempo, a produção ocorre na fronteira tecnológica (eficiência técnica). Em outras palavras, a eficiência econômica é uma medida de eficiência que trata da relação entre o valor dos produtos e o valor dos insumos. Fundamentalmente, eficiência econômica se preocupa com o aspecto monetário da produção, ou seja, a eficiência econômica é uma combinação das eficiências técnica e alocativa.

Visto dessa forma, a eficiência técnica é uma medida de como a combinação ótima dos recursos é usada na produção, na busca do produto máximo. A eficiência técnica trata da relação entre produtos e insumos, ou seja, está preocupada com o aspecto físico da produção.

Já a eficiência alocativa é uma medida de como a empresa emprega uma combinação ótima de insumos para produção, em que o objetivo passa a ser o lucro máximo. A eficiência alocativa existe quando os recursos são alocados na empresa de acordo com os preços de mercado.

Os estudos sobre medidas de eficiência e fronteira tiveram início com o trabalho pioneiro de Farrell (1957), que forneceu definições tanto para eficiência técnica quanto para alocativa, partindo do conceito de fronteiras determinísticas. O autor, para definir o conceito de eficiência, considerou uma empresa que emprega dois insumos x_1 e x_2 para produzir um único produto y . A tecnologia foi resumida por uma função de produção linearmente homogênea, $y = f(x_1, x_2)$. Tal função pode ser escrita como $1 = f(x_1/y, x_2/y)$, ou seja, a fronteira tecnológica pode ser representada por uma isoquanta unitária SS' , conforme ilustra a Figura 2. Por definição, as empresas que operam sobre a isoquanta são eficientes, sendo que nenhuma pode ficar abaixo de SS' .

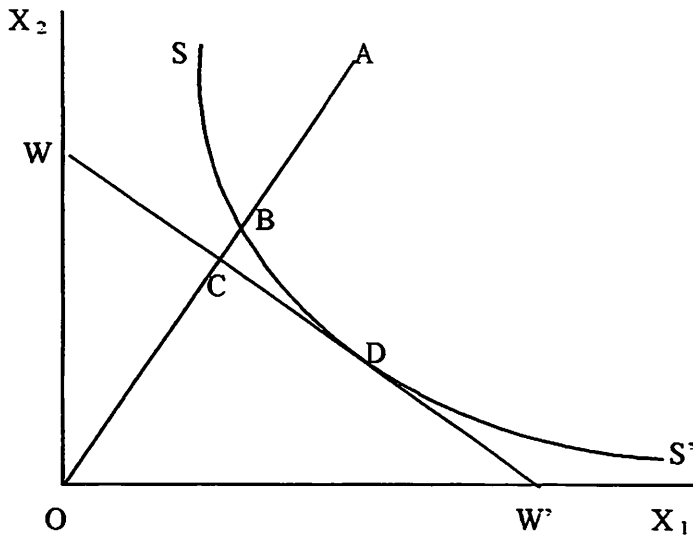


Figura 2 Representação da eficiência técnica, alocativa e econômica.

Admitindo-se uma combinação de insumos, representada pelo ponto A, a razão entre as distâncias da origem O ao ponto B e ao ponto A, ou seja, a relação

OB/OA mede a eficiência técnica (E_T), que é a razão dos insumos necessários para produzir y , em relação aos insumos realmente utilizados. Pode ser representada pela expressão:

$$E_T = \frac{OB}{OA} \quad . \quad (7)$$

Considerando que a linha WW' na Figura 2 é a curva de isocusto, representando a razão de preço dos insumos x_1 e x_2 , a relação OC/OB mede a eficiência alocativa (E_A) ou preço, já que o custo no ponto C é o mesmo do

ponto alocativamente eficiente D. O custo do ponto C é menor do que aquele do ponto B, tecnicamente eficiente, mas alocativamente ineficiente. Sua representação será:

$$E_A = \frac{OC}{OB} \quad (8)$$

Finalmente, OC/OA mede a eficiência total ou eficiência econômica (E_E), que é dada pelo produto das eficiências técnica e alocativa. Assim, tem-se:

$$E_E = \frac{OB}{OA} \times \frac{OC}{OB} = \frac{OC}{OA} \quad (9)$$

3.2 Modelo analítico

3.2.1 Modelo empírico da função fronteira

Neste trabalho foi utilizada uma função de produção tipo Cobb-Douglas, que relaciona linearmente os logaritmos dos fatores de produção e do produto. A vantagem desta função é que as elasticidades de produção, em relação aos insumos utilizados, são obtidas diretamente de seus coeficientes β_j e são constantes, independentes da quantidade de fatores usados. E, como a função de produção Cobb-Douglas é uma função homogênea, a natureza dos rendimentos à escala é determinada diretamente pela soma dos coeficientes.

O modelo de análise é expresso por:

$$Y = A \cdot X_1^{\beta_1} \cdot X_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot X_n^{\beta_n} \cdot \epsilon \quad (10)$$

na qual Y representa a variável dependente; A é uma constante; X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) é o nível de insumo i ; β_j ($j = 1, 2, \dots, n$) é o parâmetro estimado que define o vetor de transformação para os níveis dos insumos e ϵ o termo de erro constante.

Aplicando a transformação monotônica, a função Cobb-Douglas torna-se linear nos logaritmos naturais das variáveis, de modo que os rendimentos de escala possam ser lidos diretamente por meio dos parâmetros estimados pela regressão linear. Tem-se:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_n \ln X_n + \epsilon^* , \quad (11)$$

na qual \ln indica logaritmos neperianos, $\beta_0 = \ln A$ e $\epsilon^* = \ln \epsilon = E(\ln \epsilon)$, de modo que se mantém a propriedade (desejável) de que o termo de erro tenha média igual a zero.

Neste estudo, as variáveis do modelo analítico foram definidas como:

- a) valor da produção (Y) – definido pelo somatório das quantidades de soja produzida na propriedade multiplicado pelo respectivo preço unitário, em reais, pago na região de estudo;
- b) terra (T) – área efetivamente explorada com soja nas propriedades e multiplicada pelo valor médio de arrendamento, em reais por hectare, praticado na região;
- c) máquinas e equipamentos (M) - definida pelo valor monetário, em reais, do fluxo de serviços de máquinas e equipamentos agrícolas utilizados nas lavouras de soja e operacionalizado por:

$$M = \frac{V_n - V_r}{U} + Cr + Lu , \quad (12)$$

na qual M é o valor do fluxo de serviços de máquinas e equipamentos; V_n é o valor novo de máquinas e equipamentos; V_r é o valor residual; U é a vida útil; Cr é o valor de conservação e reparos e Lu é o gasto com combustíveis e lubrificantes nas operações agrícolas;

- d) adubos químicos (A) – expresso pelo valor das despesas, em reais, com adubos químicos utilizados nas lavouras de soja;
- e) defensivos agrícolas (D) – expresso pelo valor das despesas, em reais, com fungicidas, herbicidas e inseticidas utilizados nas lavouras de soja;
- f) sementes (S) – expresso pelo valor das despesas, em reais, com sementes utilizadas nas áreas cultivadas com soja;
- g) mão-de-obra fixa (F) – expressa pelo valor das despesas, em reais, com a mão-de-obra familiar e permanente utilizada nas áreas com soja;
- h) mão-de-obra eventual (E) – consiste no valor das despesas, em reais, com a mão-de-obra contratada eventualmente na lavoura de soja.

Neste estudo, o valor do médio de arrendamento na região estudada corresponde ao valor de quatro sacos de soja por hectare. Já para a mão-de-obra fixa, foi considerado o somatório do número de empregados permanentes e o número de pessoas adultas da família que trabalham na propriedade, multiplicado pelo respectivo salário médio pago na região de estudo. Além disso, como custo de oportunidade, considerou-se a taxa real de juros de 6% ao ano alcançada com a aplicação na caderneta de poupança para todas as variáveis em estudo, com exceção da terra, uma vez que o valor de arrendamento é o custo de oportunidade.

As variáveis selecionadas para este trabalho baseiam-se na sua efetiva contribuição ao processo produtivo da cultura da soja. Além disso, reconhece-se que a produtividade dos fatores de produção na exploração agropecuária depende de muitos aspectos que não foram observados ou mensurados.

Exemplos disso são os aspectos físicos, como a incidência de chuvas e o grau de exaustão do solo, ou aspectos culturais como o grau de instrução do pessoal ocupado no nível da execução ou do gerenciamento da atividade e outros.

3.2.2 Determinação da eficiência econômica

A análise de eficiência de uma empresa pode ser considerada como indicador técnico e econômico para avaliar o grau em que os insumos são utilizados no processo de obtenção da produção desejável. Assim, se uma unidade de produção é eficiente, ela utiliza seus recursos para alcançar a máxima produção.

Quando se discute o desempenho de uma unidade de produção, os termos produtividade e eficiência são empregados como medidas de desempenho e, apesar de seu uso alternado, necessariamente não têm o mesmo significado. A produtividade de uma empresa pode ser entendida como a relação entre as quantidades físicas dos produtos e os insumos utilizados. A eficiência da unidade de produção é entendida como uma comparação entre os valores observados e valores ótimos de insumos e produtos. Nesta comparação, de acordo com Tupy e Yamaguchi (1998), o ótimo é definido em termos de possibilidades de produção e diz respeito à eficiência técnica. Por outro lado, a comparação entre custo observado e o custo ótimo resulta na estimativa da eficiência econômica.

Os limites de máxima produtividade que uma unidade de produção pode alcançar num processo produtivo, utilizando determinada combinação de insumos, são definidos como uma fronteira de produção. Assim, fronteira de produção representa o limite máximo de produto obtido dada uma certa tecnologia. Entretanto, na prática, nem todas as empresas apresentam a mesma

eficiência na transformação de insumos em produtos, podendo existir empresas menos eficientes. Alguns autores consideram como uma medida de ineficiência a distância que uma unidade de produção encontra-se abaixo da fronteira de produção.

A função fronteira de produção utilizada neste estudo é obtida de uma função fronteira homotética-raio, a qual permite retornos variáveis (não constantes) à escala. De acordo com Eaton e Eaton (1999), nas funções homotéticas, a trajetória de expansão da produção é um raio que passa pela origem, ou seja, uma linha reta que passa pela origem no espaço de insumos.

Neste estudo, utilizou-se a função fronteira de produção homotética-raio para estimar a eficiência econômica dos produtores de soja no estado de Mato Grosso do Sul. O modelo empírico pode ser especificado pela seguinte função:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 T' \ln T + \beta_2 M' \ln M + \beta_3 A' \ln A + \beta_4 D' \ln D + \beta_5 S' \ln S + \beta_6 F' \ln F + \beta_7 E' \ln E + C^* \quad , \quad (13)$$

sendo:

$$\begin{aligned} T' &= \frac{T}{T + M + A + D + S + F + E} \quad , \\ M' &= \frac{M}{T + M + A + D + S + F + E} \quad , \\ A' &= \frac{A}{T + M + A + D + S + F + E} \quad , \\ D' &= \frac{D}{T + M + A + D + S + F + E} \quad , \\ S' &= \frac{S}{T + M + A + D + S + F + E} \quad , \\ F' &= \frac{F}{T + M + A + D + S + F + E} \quad , \end{aligned} \quad (14)$$

$$E^* = \frac{E}{T + M + A + D + S + F + E}$$

em que Y é o valor da produção de soja, T é o valor de arrendamento da área com soja, M é o valor do fluxo de serviços de máquinas e equipamentos, A é o gasto com adubação, D é a despesa com defensivos agrícolas, S é a despesa com sementes, F é o valor da mão-de-obra fixa e familiar, E é o valor dos gastos com mão-de-obra eventual e T*, M*, A*, D*, S*, F*, E* são as razões pela participação do insumo específico na soma total dos insumos.

Na equação (13), para a firma i, se C_i^* é igual a zero significa que a empresa está na fronteira de produção. Assim, este será o produto da empresa economicamente eficiente, ou seja, a empresa está utilizando a mesma quantidade de insumos e obtendo o máximo de produto. Dessa forma, a eficiência econômica de produção da empresa i é estimada por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i^* \ln T_i + \beta_2 M_i^* \ln M_i + \beta_3 A_i^* \ln A_i + \beta_4 D_i^* \ln D_i + \beta_5 S_i^* \ln S_i + \beta_6 F_i^* \ln F_i + \beta_7 E_i^* \ln E_i + C_i^* \quad (15)$$

Nesse sentido, o índice de eficiência econômica (E_E) para a empresa i é calculado tomando-se a razão do valor da produção atual da empresa (Y) sobre o valor da produção economicamente eficiente (Y_i), ou seja:

$$E_E = \frac{Y}{Y_i} \quad (16)$$

3.2.3 Estimação da função de produção fronteira

Os coeficientes da função de produção fronteira foram estimados pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários - MQO, com base nos pressupostos usuais sobre o termo de erro e sobre as especificações do modelo. Foram utilizados os fatores que efetivamente participam do processo produtivo da cultura da soja como variáveis explicativas, conforme as expressões (13) e (14). Assim, Y é o valor da produção de soja; $T \cdot \ln T$ o valor do arrendamento da terra ponderado pela sua participação no custo total; $M \cdot \ln M$ o fluxo dos serviços de máquinas e equipamentos ponderado pela sua participação no custo total; $A \cdot \ln A$ a despesa com adubação ponderada pela sua participação no custo total; $D \cdot \ln D$ o gasto com defensivos agrícolas ponderado pela sua participação no custo total; $S \cdot \ln S$ a despesa com a semente ponderada pela sua participação no custo total; $F \cdot \ln F$ o valor da mão-de-obra fixa ponderado pela sua participação no custo total e $E \cdot \ln E$ o gasto com mão-de-obra eventual ponderado pela sua participação no custo total.

Na estimativa da função de produção fronteira ajustou-se três modelos, na tentativa de selecionar aquele que representasse de forma mais realista possível as relações existentes entre as variáveis explicativas e a variável dependente na análise de regressão dos dados levantados junto aos produtores de soja do Mato Grosso do Sul, segundo os critérios de posse da terra, grupos de área, região produtora e estado, conforme Anexo A.

As variáveis foram agrupadas em três combinações diferentes, tendo as correspondentes funções de produção sido ajustadas aos dados em cada critério considerado, sendo:

Modelo I:

Y = valor da produção de soja;

- T^olnT = valor do arrendamento da terra;
- M^olnM = custo do fluxo dos serviços de máquinas e equipamentos;
- A^olnA = despesa com adubação;
- D^olnD = gasto com defensivos agrícolas;
- S^olnS = despesa com a semente;
- F^olnF = valor da mão-de-obra fixa;
- E^olnE = gasto com mão-de-obra eventual.

Modelo II:

- Y = valor da produção de soja;
- T^olnT = valor do arrendamento da terra;
- M^olnM = custo do fluxo dos serviços de máquinas e equipamentos;
- S^olnS = despesa com a semente;
- I^olnI = despesa com adubação e com defensivos agrícolas;
- O^olnO = valor da mão-de-obra fixa e da mão-de-obra eventual.

Modelo III:

- Y = valor da produção de soja;
- T^olnT = valor do arrendamento da terra;
- M^olnM = custo do fluxo dos serviços de máquinas e equipamentos;
- A^olnA = despesa com adubação;
- D^olnD = gasto com defensivos agrícolas;
- S^olnS = despesa com a semente;
- O^olnO = valor da mão-de-obra fixa e da mão-de-obra eventual.

As diferenças do Modelo II em relação ao Modelo I consistem na soma das despesas das variáveis adubação com defensivos, denominando-se insumos químicos (I^olnI) e das variáveis mão-de-obra fixa com mão-de-obra eventual,

sendo denominada serviços operacionais (O'lnO). Já o modelo III se diferencia do Modelo I na soma das variáveis mão-de-obra fixa com mão-de-obra eventual (Anexo A).

Neste estudo, procurou-se caracterizar os produtores de soja do Mato Grosso do Sul pela condição de posse das terras, por grupos de área total, por regiões produtoras e estado.

Considerou-se produtor a pessoa física que detivesse a responsabilidade da exploração do estabelecimento, quer fosse o mesmo constituído de terras próprias ou de propriedade de terceiros, sendo classificado em proprietário, arrendatário e proprietário-arrendatário. Proprietário é o produtor que explora economicamente com soja a área de terra de sua propriedade; arrendatário é aquele que aluga um imóvel agrícola para exercer a atividade de cultivo da soja e proprietário-arrendatário é o produtor que cultiva soja em terras próprias e alugadas.

Além dessa estratificação por condição de posse das terras, procurou-se caracterizar os produtores por grupos de área total, sendo classificados em dois grupos: menos de 100 ha e 100 ha ou mais. Salienta-se que a divisão menos de 100 ha e 100 ha ou mais, adotada neste estudo, foi extraída do IBGE, o qual a utiliza na divulgação de seus resultados estatísticos.

Considerou-se também os produtores de soja por regiões produtoras e o estado como um todo. Dessa forma, o estado de Mato Grosso do Sul foi dividido em duas grandes regiões: norte e sul, uma vez que ao norte predominam as grandes propriedades e ao sul as pequenas e médias.

Dentre os critérios estatísticos para avaliar as equações estimadas pelo MQO, considerou-se os graus de ajustamento medidos pelos coeficientes de determinação (R^2) e de determinação corrigido para graus de liberdade (\bar{R}^2), a significância das estimativas dos parâmetros da regressão de cada equação (teste "t" de Student) e a significância da equação de regressão (teste "F").

Complementando, procedeu-se a análise da matriz de correlações das variáveis de cada modelo, buscando identificar a relação entre estas (Anexo B).

Seguindo o mesmo procedimento adotado por Ferreira (1998) e Gomes (1999), considerou-se, neste estudo, que o produtor de soja era economicamente eficiente se a medida de eficiência econômica (E_E) ficasse entre 0,9 e 1, uma vez que os dados poderiam estar sujeitos a erros de coleta.

3.2.4 Área de estudo e fonte dos dados

O estudo abrange os principais municípios produtores de soja do estado de Mato Grosso do Sul: Dourados, Itaporã, Laguna Carapã, Ponta Porã, Amambai, Aral Moreira, Rio Brilhante, Maracaju, Sidrolândia, São Gabriel do Oeste, Costa Rica e Chapadão do Sul (Figura 3). A Tabela 4 apresenta a área colhida, produção e produtividade da soja na safra 1998/99 nos municípios abrangidos pelo estudo.

Os dados utilizados neste estudo foram coletados diretamente junto a produtores de soja do Mato Grosso do Sul por meio de questionários com questões estruturadas e semi-estruturadas. Esse levantamento foi realizado por um grupo de pesquisadores da Embrapa Agropecuária Oeste, de Dourados - MS, no período de outubro de 1996 a setembro de 1997, tendo sido a amostra constituída por produtores que conduziam suas atividades com visão empresarial e utilizavam o crédito rural para financiar as atividades agrícolas. Eram produtores que, de certa forma, demandavam tecnologias e praticavam agricultura comercial.



Figura 3 Municípios do estado de Mato Grosso do Sul abrangidos pelo estudo.

TABELA 4 Área colhida, produção e produtividade da soja nos principais municípios produtores do Mato Grosso do Sul, safra 1998/99.

Município	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
Amambai	11.000	30.800	2.800
Aral Moreira	53.000	143.100	2.700
Chapadão do Sul	80.000	216.000	2.700
Costa Rica	64.261	177.360	2.760
Dourados	110.000	275.000	2.500
Itaporã	38.000	110.200	2.900
Laguna Carapã	34.500	89.010	2.580
Maracaju	80.000	216.000	2.700
Ponta Porã	100.000	252.000	2.520
Rio Brillhante	50.000	135.000	2.700
São Gabriel do Oeste	110.000	297.000	2.700
Sidrolândia	45.000	102.600	2.280

Fonte: IBGE (1999)

A relação geral dos agricultores foi obtida nos cadastros das agências do Banco do Brasil dos municípios selecionados. A amostra foi ao acaso, de aproximadamente 10% em cada município alvo do estudo, num total de 151 produtores.

A Tabela 5 apresenta o número de produtores por município e por região produtora de soja no estado de Mato Grosso do Sul. Percebe-se que a concentração de produtores de soja está na região sul, destacando-se o município de Dourados. Já na região norte, ocorre uma concentração em três municípios, destacando-se São Gabriel do Oeste.

TABELA 5 Número de produtores entrevistados por região e por município do Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Município	Região Sul	Região Norte	Estado	
	Número de produtores	Número de produtores	Número de produtores	%
Amambai	10		10	6,62
Aral Moreira	14		14	9,72
Chapadão do Sul		15	15	9,93
Costa Rica		10	10	6,62
Dourados	25		25	16,56
Itaporã	9		9	5,96
Laguna Carapã	8		8	5,30
Maracaju	13		13	8,61
Ponta Porã	15		15	9,93
Rio Brilhante	8		8	5,30
São Gabriel do Oeste		16	16	10,60
Sidrolândia	8		8	5,30
Total	110	41	151	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho estão apresentados e discutidos em três seções, considerando os critérios de posse da terra, grupos de área total, regiões produtoras e estado. Na primeira, apresenta-se a caracterização dos produtores de soja estudados e dos sistemas de produção em uso. Na segunda, os resultados econométricos das funções de produção fronteira estimadas para a cultura da soja são discutidos e, na terceira seção, são apresentadas as medidas e os índices de eficiência econômica obtidos pelos produtores de soja de acordo com esses critérios estabelecidos no estudo.

4.1 Caracterização dos produtores e do sistema de produção

A exploração econômica da cultura da soja no Mato Grosso do Sul é desenvolvida por produtores que utilizam tecnologias e praticam a agricultura com visão empresarial. Os produtores podem ser considerados urbanos em termos de residência, pois a maioria mora na sede do município ou do distrito. Muitos se dedicam somente à agricultura, enquanto que alguns, além desta, desempenham outras atividades econômicas.

Dos produtores de soja entrevistados, 52,98% foram classificados como proprietários-arrendatários, pois possuem área própria e arrendam outra, cultivam, em média, 444,79 ha, e detêm 61,67% da área total de soja no estado. Os proprietários (32,45%) cultivam, em média, 313,45 ha e ocupam 26,62% da área total com o cultivo da soja. Os arrendatários (14,57%), cultivando, em média, 307,23 ha, representam 11,71% da área total explorada com soja no Mato Grosso do Sul (Tabela 6).

TABELA 6 Número de produtores entrevistados segundo a condição de posse das terras e área média cultivada com soja no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Condição	Número de produtores	Frequência (%)	Área total (ha)	Frequência (%)	Área média (ha)
Proprietário	49	32,45	15.359	26,62	313,45
Arrendatário	22	14,57	6.759	11,71	307,23
Proprietário-arrendatário	80	52,98	35.583	61,67	444,79
Total	151	100,00	57.701	100	382,13

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto aos grupos de área total, percebe-se que os produtores com menos de 100 ha (24,5%) cultivam uma área média de 54,89 ha, correspondendo a apenas 3,52% da área total do estado, caracterizando-se como pequenos produtores de soja. A grande maioria dos produtores de soja (75,5%) está classificada no grupo que detém 100 ha ou mais e cultiva uma área média de 488,33 ha, correspondendo a 96,48% da área total (Tabela 7). Estes resultados indicam que os produtores de soja do Mato Grosso do Sul têm um perfil de médio a grande empresário.

Quando se analisa as regiões produtoras do estado, conforme Tabela 8, nota-se que os produtores, na sua maioria (72,85%), estão localizados na região sul e possuem 50,13% da área total de soja. Cultivam, em média, 262,98 ha, enquanto que aqueles da região norte (27,15%) possuem 49,87% da área total e cultivam 701,78 ha, em média. Esses resultados indicam que, na região sul do estado localizam-se as pequenas e médias propriedades, enquanto que na região norte predominam as grandes propriedades com extensas áreas cultivadas com a soja. A área média com soja no estado é de 382, 13 ha.

TABELA 7 Número de produtores entrevistados por grupos de área total e área média cultivada com soja no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Grupos de área total	Número de produtores	Frequência (%)	Área total (ha)	Frequência (%)	Área média (ha)
Menos de 100 ha	37	24,50	2.031	3,52	54,89
100 ha ou mais	114	75,50	55.670	96,48	488,33
Total	151	100,00	57.701	100,00	382,13

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 8 Número de produtores entrevistados por região produtora e área média cultivada com soja no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Região	Número de produtores	Frequência (%)	Área total (ha)	Frequência (%)	Área média (ha)
Sul	110	72,85	28.928	50,13	262,98
Norte	41	27,15	28.773	49,87	701,78
Total	151	100,00	57.701	100,00	382,13

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao sistema de produção, os produtores de soja do Mato Grosso do Sul utilizam tanto sistemas de plantio convencional como de plantio direto. No sistema convencional, o preparo do solo é feito com operações indispensáveis como escarificação e gradagem antes da semeadura. No sistema

de plantio direto, a semeadura é feita diretamente sobre a palha, sem o preparo do solo.

Quanto à fertilidade dos solos, a maioria dos produtores faz, anualmente, a análise química. Para a adubação utilizam, em média, 270 kg/ha de adubo químico, ficando abaixo da dosagem recomendada para o estado que é, em média, de 350 kg/ha. A fórmula de adubação mais utilizada é a 0-20-20, apesar de, no mercado, existirem diversas fórmulas com diferentes composições de nutrientes. Na semeadura utilizam sementes fiscalizadas e tratadas com fungicidas específicos.

O controle das ervas daninhas é feito com herbicidas. No entanto, alguns produtores complementam esta atividade com o cultivo mecânico ou manual. O controle manual se caracteriza por “catações” de algumas plantas que fogem do controle dos herbicidas. Quanto às pragas, esses produtores fazem, em média, duas aplicações para o controle da lagarta e uma para os percevejos que infestam as lavouras de soja. Em relação às doenças ocorridas na cultura da soja, as medidas de controle utilizadas são o uso de variedades resistentes e a rotação de culturas.

A maioria dos produtores entrevistados desconhece o nível de perdas ocorridas durante a colheita, apesar de os próprios produtores ou algum empregado operador de colheitadeira já ter participado de treinamento sobre redução de perdas na colheita e regulação das máquinas. A maior parte daqueles que fazem verificações das perdas o faz diariamente ao iniciar a operação de colheita.

A produção de soja do estado é quase toda estocada em armazéns particulares, sendo vendida para compradores intermediários e/ou diretamente para a indústria de processamento.

4.2 Estimativa dos modelos de função fronteira

Neste estudo, foram ajustados três modelos de função fronteira, modelos I, II e III, cujas variáveis foram definidas no item 3.2.3 do capítulo 3, para os produtores proprietários, arrendatários e proprietários-arrendatários, para os grupos de área total de menos de 100 ha e 100 ha ou mais, para as regiões produtoras norte e sul e para todo o estado.

Uma vez obtidas as equações de regressão, procurou-se selecionar aquelas que melhor se ajustaram ao conjunto de valores da amostra (análise estatística) e aquelas que atenderam aos objetivos da pesquisa (análise econômica).

Além dos critérios estatísticos de seleção observou-se a coerência dos sinais dos coeficientes de regressão com os princípios econômicos, como também a importância das variáveis no processo produtivo. Sabendo-se que variáveis explicativas altamente correlacionadas podem causar problemas de multicolinearidade, procurou-se investigar a sua existência recorrendo ao cálculo dos coeficientes de correlação (Anexo B).

Neste estudo, algumas variáveis mostraram correlação mais alta do que seria desejável, o que pode ser responsável pela não significância de alguns dos coeficientes de regressão dos modelos ajustados, pois, parâmetros não significativos ocorrem quando as variáveis explicativas estão altamente correlacionadas entre si. Nesse caso, a multicolinearidade não deve fazer com que, simplesmente, se omita um regressor que se acredita importante, pois tal omissão introduz tendenciosidade. Por outro lado, a exclusão de variáveis explicativas visando atenuar o problema de multicolinearidade pode acarretar erros de especificação, principalmente se a variável for importante. Dessa forma, aquelas variáveis foram mantidas no modelo, mesmo não atendendo a todos os

critérios econométricos, por se entender tratar-se de variáveis indispensáveis ao processo de produção de soja.

Era de se esperar que as funções estimadas fossem diferentes entre os modelos propostos I, II e III, pela agregação das variáveis, para os critérios de condição de posse das terras, grupos de área total, por regiões produtoras e para todo o estado. Também é importante notar que, para cada tipo de fronteira e para cada produtor considerado na análise, poderia existir um resultado diferente. Assim, visando a atender aos objetivos propostos e considerando os critérios estatísticos das equações estimadas, optou-se pelo Modelo II.

O Anexo A apresenta todos esses modelos da função de produção fronteira ajustados para as diferentes condições de posse das terras, grupos de área total, por regiões produtoras e para o estado, conforme Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A e 8A.

4.2.1 Função de produção fronteira para a condição de posse das terras

Os resultados obtidos com a estimação da função fronteira para a condição de posse das terras estão na Tabela 9. Os coeficientes de determinação (R^2) ficaram em 0,9875 para proprietários, 0,9742 para arrendatários e 0,9838 para proprietários-arrendatários. Isto indica que 98,75%, 97,42% e 98,38% das variações observadas no valor da produção de soja foram explicadas pela influência conjunta das variáveis explanatórias consideradas em cada situação. O coeficiente de determinação corrigido (\bar{R}^2) ficou em 0,9861 para proprietários, 0,9862 para arrendatários e 0,9827 para proprietários-arrendatários.

Avaliando-se o conjunto das variáveis, observa-se que o valor de F para as regressões foi significativo a 1%, tanto para a equação dos proprietários, como para os arrendatários e para os proprietários-arrendatários. A estatística F

reforça o poder explicativo das variáveis custo da terra ($T^* \ln T$), custo do fluxo dos serviços de máquinas ($M^* \ln M$), despesa com a semente ($S^* \ln S$), despesa com insumos químicos ($I^* \ln I$) e com serviços operacionais ($O^* \ln O$) na variação observada do valor da produção para cada condição de posse da terra no estado de Mato Grosso do Sul.

De acordo com a Tabela 9, observa-se que os parâmetros dos arrendatários não são estatisticamente significativos, apesar dos resultados do R^2 e teste F, não sendo recomendável uma análise mais profunda a respeito da sua utilização. Contudo, pela relevante participação destes produtores no processo de produção de soja no Mato Grosso do Sul e por se tratarem de componentes importantes na avaliação da condição de posse das terras foram mantidos na análise. Este resultado, de não significância das variáveis explicativas, pode ser decorrente do baixo número de observação obtido (no total de 22), o que representa 14,57% dos produtores do estado e 11,71% da área total explorada com soja no Mato Grosso do Sul. Nesse sentido, quando o número de observações é pequeno, maior é a dificuldade de detectar uma significância e mais difícil é mostrar que as variáveis são significativas estatisticamente. Provavelmente, com um maior número de observações poder-se-ia esperar melhorias nas estimativas desses parâmetros.

A função fronteira de produção de soja para os arrendatários foi mantida neste estudo apenas para compor a análise de eficiência econômica com relação ao critério de posse da terra.

Verificando as funções fronteira de produção de soja para proprietários e para proprietários-arrendatários, o nível de significância das variáveis explicativas do valor da produção foi inferior a 5%, o que reforça o grau de

TABELA 9 Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para a condição de posse das terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâmetros	Variáveis	Proprietários			Arrendatários			Proprietários-arrendatários		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-1,5142	-1,1789	0,2449	14,3092	2,0318	0,0591	-1,9725	-1,5538	0,1245
β_1	T'lnT	-1245,4236	-2,2931	0,0268	-390,8024	-0,4453	0,6620	-1079,6400	-2,4252	0,0177
β_2	M'lnM	93,1790	2,5682	0,0138	-4,7050	-0,0798	0,9374	82,8370	2,8407	0,0058
β_3	S'lnS	1233,2922	2,2388	0,0304	507,8445	0,5645	0,5802	1062,9188	2,3426	0,0218
β_8	I'lnI	1,1421	9,5459	0,0000	-0,2342	-0,3708	0,7156	1,1788	10,3290	0,0000
β_9	O'lnO	1,1905	9,2737	0,0000	-0,2760	-0,3873	0,7036	1,2604	9,3790	0,0000
Coeficiente de determinação		0,9875			0,9742			0,9838		
Coeficiente de determinação corrigido		0,9861			0,9662			0,9827		
Número de observações		49			22			80		
Graus de liberdade		43			16			74		
Teste F		681,4045 0,0000			120,9033 0,0000			899,2790 0,0000		

Fonte: Dados da pesquisa.

importância do custo da terra ($T \ln T$), fluxo dos serviços de máquinas ($M \ln M$), custo das sementes ($S \ln S$), insumos químicos ($I \ln I$) e serviços operacionais ($O \ln O$) para identificar o comportamento observado no valor da produção de soja nessas condições de posse (Tabela 9).

Observando-se as estimativas dos proprietários-arrendatários e dos proprietários, verifica-se que os coeficientes das variáveis fluxo dos serviços de máquinas ($M \ln M$), custo das sementes ($S \ln S$), insumos químicos ($I \ln I$) e serviços operacionais ($O \ln O$) são positivas.

A variável custo da terra ($T \ln T$) se apresenta negativa nas estimativas dos proprietários e dos proprietários-arrendatários. Seu coeficiente negativo indica que, à medida que se aumenta sua utilização, o valor da produção cai, o que pode estar relacionado com a utilização extensiva desse fator, pois a amostra utilizada refere-se a produtores de soja que utilizam esse fator em larga escala. Este resultado indica que, apesar de sua significância estatística, esse fator pode ter sua utilização reduzida, sem comprometer o valor da produção.

Conforme pode ser visto pelas Tabelas 1B, 2B e 3B, os coeficientes de correlação simples indicam que o problema de multicolinearidade está presente em algumas variáveis explicativas.

4.2.2 Função de produção fronteira para os grupos de área total

Quando os produtores foram classificados por grupos de área total, os resultados obtidos com a estimação da função fronteira apresentaram coeficiente de determinação (R^2) de 0,9772 para o grupo menos de 100 ha e 0,9681 para o grupo 100 ha ou mais. Estes coeficientes indicam que as variáveis utilizadas nas equações explicam 97,72% e 96,81% das variações observadas no valor da produção de soja (Tabela 10). O coeficiente de determinação corrigido (\bar{R}^2)

ficou em 0,9735 e 0,9667 para o grupo menos de 100 ha e para 100 ha ou mais, respectivamente.

Verificando o conjunto das variáveis, constata-se que o valor de “F” foi significativo a 1% nas duas regressões estudadas, demonstrando que as variáveis têm alto poder de explicação no valor observado da produção de soja no Mato Grosso do Sul, tanto para pequenos, médios e grandes proprietários.

Ao se analisar o grupo de área total menos de 100 ha, observa-se que as variáveis insumos químicos ($I'lnI$) e serviços operacionais ($O'lnO$) são significativas dentro dos pressupostos adotados pela pesquisa. Por outro lado, as variáveis custo da terra ($T'lnT$), custo do fluxo dos serviços de máquinas ($M'lnM$) e custo da semente ($S'lnS$) apresentaram coeficientes cujos valores foram, estatisticamente, desprovidos de significância. Entretanto, devido à sua relevância para o processo de produção da soja, foram mantidas nesse modelo. Além disso, explicam parte da variação do valor da produção da soja.

Verificando a função fronteira de produção de soja para o grupo de área total com 100 ha ou mais, o teste t indica que todos os parâmetros foram estatisticamente significativos dentro dos pressupostos adotados no trabalho, o que reforça o grau de importância do custo da terra ($T'lnT$), fluxo dos serviços de máquinas ($M'lnM$), custo das sementes ($S'lnS$), insumos químicos ($I'lnI$) e serviços operacionais ($O'lnO$) para identificar o comportamento observado no valor da produção de soja dos médios e grandes produtores (Tabela 10).

Nota-se, na Tabela 10, que a variável custo da terra ($T'lnT$) se apresenta com sinal negativo em ambos os grupos de área total, indicando que este fator está sendo empregado extensivamente pelos produtores de soja. Seu coeficiente negativo indica que esse fator pode ter diminuído sua utilização, sem comprometer o valor da produção de soja e, mesmo assim, obter melhores níveis de eficiência.

TABELA 10 Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os grupos de área total no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâ- metros	Variáveis	Menos de 100 ha			100 ha ou mais		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-2,6188	-1,6130	0,1169	2,8627	1,1887	0,2372
β_1	T'lnT	-280,2957	-0,4022	0,6903	-955,1034	-2,7723	0,0066
β_2	M'lnM	28,2670	0,5953	0,5560	61,4486	2,5624	0,0118
β_5	S'lnS	258,0812	0,3668	0,7163	981,7537	2,8096	0,0059
β_8	I'lnI	1,2935	7,2710	0,0000	0,7736	3,7898	0,0002
β_9	O'lnO	1,3757	7,7466	0,0000	0,8172	3,8057	0,0002
Coeficiente de determinação		0,9772			0,9681		
Coeficiente de determinação corrigido		0,9735			0,9667		
Número de observações		37			114		
Graus de liberdade		31			108		
Teste F		265,9594 0,0000			656,4540 0,0000		

Fonte: Dados da pesquisa.

Os coeficientes de correlação simples apresentados nas Tabelas 4B e 5B indicam que a multicolinearidade está presente em algumas variáveis do modelo selecionado para os diferentes grupos de área no Mato Grosso do Sul.

4.2.3 Função de produção fronteira para as regiões produtoras

Quando se estimou a função fronteira de produção de soja para as diversas regiões do estado de Mato Grosso do Sul, o coeficiente de determinação

(R^2) ficou em 0,9786 para a região sul, 0,9905 para região norte e 0,9834 para o estado. Isto significa que 97,86%, 99,05% e 98,34% das variações observadas no valor da produção da soja são explicadas pelos fatores de produção considerados para as respectivas regiões produtoras e todo o estado. O coeficiente de determinação corrigido (\bar{R}^2) foi, respectivamente, de 0,9776, 0,9891 e 0,9828 (Tabela 11).

Na análise do conjunto das variáveis explicativas, verifica-se que o valor de F foi significativo a 1% nas três equações estimadas, demonstrando que os fatores produtivos custo da terra ($T \ln T$), fluxo dos serviços de máquinas ($M \ln M$), custo da adubação ($A \ln A$), custo das sementes ($S \ln S$), insumos químicos ($I \ln I$), e serviços operacionais ($O \ln O$) influenciam significativamente o valor observado da produção de soja do Estado.

Observando-se as estimativas da região sul e do estado, nota-se que o coeficiente da variável custo da terra ($T \ln T$) obteve sinal negativo, dando indicação de que este fator está sendo utilizado de modo antieconômico. Este fator tem um grande impacto sobre o valor da produção observada, pois os produtores de soja utilizam esse recurso em larga escala.

Verificando a função fronteira de produção de soja da região sul e do estado como um todo, o nível de significância das variáveis explicativas do valor da produção foi inferior a 1%, o que reforça o grau de importância do custo da terra ($T \ln T$), custo do fluxo dos serviços de máquinas ($M \ln M$) custo da adubação ($A \ln A$), custo das sementes ($S \ln S$), insumos químicos ($I \ln I$) e serviços operacionais ($O \ln O$) para identificar o comportamento observado no valor da produção da soja nessa região e no estado (Tabela 11).

TABELA 11 Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja por regiões produtoras no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâmetros	Variáveis	Região sul			Região norte			Estado		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-2,4951	-2,1441	0,0344	5,5979	2,1115	0,0419	-1,5306	-1,7385	0,0843
β_1	T'lnT	-1131,2998	-2,8826	0,0048	547,5128	1,2804	0,2088	-907,6458	-2,9004	0,0043
β_2	M'lnM	88,1034	3,4294	0,0009	-45,9293	-1,4787	0,1482	70,6333	3,4022	0,0009
β_3	S'lnS	1108,7560	2,7712	0,0066	-515,9662	-1,2058	0,2360	891,0431	2,8016	0,0058
β_8	I'lnI	1,2529	11,6359	0,0000	0,5339	2,4874	0,0178	1,1528	14,2516	0,0000
β_9	O'lnO	1,3158	10,4933	0,0000	0,5690	2,4921	0,0176	1,2113	13,3871	0,0000
Coeficiente de determinação		0,9786			0,9905			0,9834		
Coeficiente de determinação corrigido		0,9776			0,9891			0,9828		
Número de observações		110			41			151		
Graus de liberdade		104			35			145		
Teste F		953,2641	0,0000		726,7691	0,0000		1715,6004	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

Na região norte, o teste t indica que as variáveis custo da terra (T^*lnT) e o custo das sementes (S^*lnS) não foram significativas. Por outro lado, os parâmetros custo do fluxo dos serviços de máquinas (M^*lnM), insumos químicos (I^*lnI) e serviços operacionais (O^*lnO) foram estatisticamente significativos dentro dos princípios adotados neste estudo, reforçando o grau de importância dessas variáveis.

Quando se analisa a região norte do estado, percebe-se que as estimativas das variáveis custo do fluxo dos serviços de máquinas (M^*lnM) e custo das sementes (S^*lnS) se apresentam negativas. Este resultado indica que estes fatores foram utilizados extensivamente pelos produtores de soja. Salienta-se que essa região é composta por propriedades com extensas áreas cultivadas com soja, sendo que o uso da mecanização é primordial na condução do processo produtivo, pois sabe-se que a soja é uma cultura totalmente mecanizada.

Os coeficientes de correlação simples apresentados nas Tabelas 6B, 7B e 8B indicam que a multicolinearidade está presente em algumas variáveis do modelo selecionado para as regiões produtoras de soja e para o estado de Mato Grosso do Sul.

4.3 Análise da eficiência econômica

A eficiência econômica da produção de soja no estado de Mato Grosso do Sul foi estimada pela função fronteira de produção. A partir da matriz de resíduos padrão, estimou-se a fronteira de produção para cada condição de posse das terras, para os grupos de área total, por região e para o estado. Para a construção da fronteira probabilística, foi somado o maior valor residual padrão

às funções estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO, para cada critério adotado

Depois de estimada cada fronteira de produção, calculou-se os índices de eficiência econômica (E_E), a qual foi relacionada com cada observação, conforme a expressão (16). Dessa forma, o índice de eficiência econômica (E_E) para a observação i foi calculado tomando-se a razão do valor da produção atual (Y) sobre o valor da produção economicamente eficiente (Y_i).

Neste estudo, considerou-se a estratificação dos índices de eficiência com intervalo de 0,09 para a apresentação dos resultados. Esta estratificação baseou-se em trabalhos semelhantes conduzidos por Ferreira (1998) e Gomes (1999).

Os resultados da estimativa da eficiência econômica obtidos estão sintetizados nas Tabelas 12, 13 e 14, onde há a separação dos níveis de eficiência de acordo com os índices alcançados.

4.3.1 Eficiência econômica para a condição de posse das terras

Analisando-se o índice de eficiência econômica adotado neste estudo para o uso de recursos pelos produtores de soja no Mato Grosso do Sul para a condição de posse das terras, observa-se que os arrendatários alcançaram o melhor nível de eficiência (0,9063), seguidos pelos proprietários que obtiveram 0,8807, enquanto que os proprietários-arrendatários atingiram 0,8053 (Tabela 12).

O nível médio de ineficiência econômica dos proprietários variou de 0,0193 a 0,1193, ou seja, de 1,93% a 11,93% ($0,90 - 0,8807$; $1 - 0,8807$), dos arrendatários de 0,00 a 0,0937 (0% a 9,37%) e dos proprietários-arrendatários de 9,47% a 19,47%. Isto significa que os proprietários têm a necessidade de

melhorar de 1,93% até 11,93% o valor da produção, para operar na fronteira de eficiência econômica estabelecida neste estudo. Já os proprietários-arrendatários devem melhorar de 9,47% até 19,47%.

Os níveis de eficiência obtidos pelos produtores arrendatários (Tabela 12) sugerem uma contradição com aqueles alcançados na estimativa da fronteira de produção (Tabela 9), em que todos os parâmetros não foram significativos. Embora o número de observações e a significância da função sejam pequenos, não quer dizer que não tenham eficiência econômica.

Quanto aos estratos de eficiência adotados na presente pesquisa, verifica-se que os arrendatários obtiveram a maior média de eficiência econômica (0,9119), correspondente ao estrato 0,90 –| 1,00, representando 72,73% dos produtores de soja desta categoria. Estes resultados indicam que estes produtores de soja foram eficientes no período analisado. Dessa forma, pode-se inferir que esses produtores precisam ser eficientes não só com a alocação ótima dos recursos de produção, mas, principalmente, para assumir o compromisso com o aluguel da terra. Ressalta-se que, a análise empírica neste estudo foi limitada pelos resultados estatísticos obtidos com a função fronteira de produção na Tabela 9.

A grande maioria dos proprietários (89,80%) concentra-se no estrato 0,80 –| 0,89, obtendo uma eficiência média de 87,82% e estão operando próximos da fronteira de produção estabelecida neste trabalho. Em outras palavras, estes produtores têm um nível de ineficiência econômica na utilização dos fatores de produção que varia de 2,18% a 12,18%. Apenas 10,20% dos proprietários estão classificados no estrato mais elevado, atingindo um nível de eficiência de 0,9030.

TABELA 12 Índice de eficiência econômica na produção de soja por condição de posse das terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Estratos de eficiência	Proprietários		Arrendatários		Proprietários- arrendatários	
	Eficiência média	Frequência relativa	Eficiência média	Frequência relativa	Eficiência média	Frequência relativa
0,90 - 1,00	0,9030	10,20	0,9119	72,73	-	-
0,80 - 0,89	0,8782	89,80	0,8912	27,27	0,8151	66,25
0,70 - 0,79	-	-	-	-	0,7862	33,75
Total	0,8807	100,00	0,9063	100,00	0,8053	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Os proprietários-arrendatários não alcançaram o estrato mais elevado de eficiência econômica. A grande maioria dos produtores desta categoria (66,25%) atingiu o estrato 0,80 -| 0,89, obtendo um nível de eficiência de 0,8151. Este valor indica que, para operar na fronteira de eficiência, estes produtores têm a necessidade de melhorar de 8,49% até 18,49% o seu nível de eficiência na alocação dos recursos produtivos.

Observando-se a Tabela 12, de acordo com os parâmetros observados neste trabalho, os resultados indicam que 89,80% dos proprietários e 27,27% dos arrendatários e 100% dos proprietários-arrendatários estão operando abaixo da fronteira de eficiência adotado neste estudo, ou seja, são, em parte, ineficientes economicamente.

4.3.2 Eficiência econômica dos grupos de área total

Esperava-se que os médios e grandes produtores de soja no estado de Mato Grosso do Sul obtivessem os maiores níveis de eficiência econômica, operando muito próximo ou na fronteira de eficiência. Porém, os resultados visualizados na Tabela 13 indicam que estes produtores estão operando abaixo da fronteira de eficiência.

Verificando-se o índice de eficiência econômica adotado neste estudo, nota-se que o maior nível de eficiência no uso de recursos pelos produtores de soja dos grupos de área total foi alcançado pelo grupo de área menos de 100 ha (0,8206), enquanto que o grupo com área de 100 ha ou mais, atingiu 0,8134 (Tabela 13).

O nível médio de ineficiência econômica dos produtores com menos de 100 ha variou de 0,0794 a 0,1794, ou seja, de 7,94% a 17,94% (0,90 – 0,8206; 1 – 0,8206), e daqueles com 100 ha ou mais oscilou entre 8,66% a 18,66%. Isto significa que os pequenos produtores têm a necessidade de melhorarem de 7,94% até 17,94% seu nível de eficiência na utilização dos recursos produtivos para operar na fronteira de eficiência econômica estabelecida neste estudo. Este resultado está sendo influenciado pelos índices obtidos pelos proprietários, que correspondem a 38,78% dos produtores desta categoria. Já os médios e os grandes produtores devem melhorar de 8,66% até 18,66%.

Em relação aos estratos de eficiência, verifica-se que nenhum produtor dos grupos de área alcançou o intervalo mais elevado de eficiência econômica. O maior índice de eficiência alcançado foi de 0,8253 no estrato intermediário de 0,80 – 0,89 pelo grupo de área total menos de 100 ha, indicando que 89,19% dos produtores nesse critério de estudo tiveram ineficiência econômica na produção de soja variando de 7,47% até 17,47%. Dos produtores deste grupo, 10,81% obtiveram uma eficiência média de 0,7814, o que significa uma

ineficiência econômica oscilando de 11,86% até 21,86% na utilização dos fatores de produção.

Já 85,09% dos produtores com 100 ha ou mais atingiram um índice de 0,8171 no estrato 0,80 –| 0,89, significando ineficiência que variou de 8,29% até 18,29% na utilização dos fatores produtivos. Os demais produtores deste grupo (14,91%) posicionaram-se no estrato 0,70 –| 0,79, atingindo o índice de 0,7926.

Os resultados apresentados na Tabela 13 indicam um alto grau de similaridade entre os produtores, por apresentarem características comuns, tais como a região, mão-de-obra, tecnologia, entre outras. No entanto, estes resultados sugerem que, no período analisado, os pequenos produtores (com menos de 100 ha) são menos ineficientes que os médios e grandes produtores (100 ha ou mais). Este nível de eficiência obtido pelos pequenos produtores pode ser decorrente do uso intensivo da mão-de-obra familiar. Além disso, médios e grandes produtores não conseguiram obter melhores resultados econômicos por não estar havendo uma combinação ótima dos fatores produtivos e, provavelmente, aplicando os recursos no primeiro ou no terceiro estágio da produção.

TABELA 13 Índice de eficiência econômica na produção de soja por grupos de área total no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Estratos de eficiência	Menos de 100 ha		100 ha ou mais	
	Eficiência média	Frequência relativa	Eficiência média	Frequência relativa
0,90 – 1,00	-	-	-	-
0,80 – 0,89	0,8253	89,19	0,8171	85,09
0,70 – 0,79	0,7814	10,81	0,7926	14,91
Total	0,8206	100,0	0,8134	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3.3 Eficiência econômica por região produtora de soja

Quando os produtores foram classificados por região produtora, verificou-se que o nível médio de eficiência econômica alcançado pelos produtores de soja no estado de Mato Grosso do Sul foi de 0,8028. Quando se analisa a eficiência econômica por região, percebe-se que a região norte foi a que alcançou o melhor índice (0,8705), enquanto que a região sul obteve 0,8059 (Tabela 14).

O nível médio de ineficiência econômica dos produtores de soja no Mato Grosso do Sul variou de 0,0972 a 0,1972, ou seja, de 9,27% a 19,27% (0,90 – 0,8028; 1 – 0,8028). Na região norte, a variação foi de 2,95% a 12,95% e na região sul de 9,41% a 19,41%. Estes resultados indicam que os produtores de soja do estado têm a necessidade de aumentar o valor da produção de 9,27% até 19,27% para que se tomem eficientes economicamente. Os produtores da região sul devem melhorar de 9,41% até 19,41%. Já os produtores da região norte, por estarem mais próximos da fronteira de produção adotada neste estudo, necessitam de menores valores percentuais que variam de 2,95% até 12,95%.

O índice de eficiência médio alcançado pelos produtores de soja da região sul (Tabela 14), quando comparado com aquele verificado no grupo de área com menos de 100 ha (Tabela 13), é contraditório, pois os pequenos produtores obtiveram nível médio de eficiência maior. Como a região sul é composta de pequenas e médias propriedades (Tabela 8), a diferença verificada pode ser decorrente das características próprias de cada unidade de produção como tamanho da área, tecnologia, mecanização, gerenciamento, entre outras. Deve-se considerar que esta análise é em termos médios, pois a maioria dos produtores desta região tem área acima de 100 ha, bastando verificar a Tabela 8, onde a área média da região sul é de 262,98 ha. Salienta-se que a divisão menos

de 100 ha e 100 ha ou mais, adotada neste estudo, foi extraída do IBGE, o qual a utiliza na divulgação de seus resultados estatísticos.

Esperava-se que os produtores de soja do estado de Mato Grosso do Sul obtivessem melhores níveis de eficiência econômica, ou seja, que operassem muito próximos ou na fronteira de eficiência. Porém, os resultados mostrados na Tabela 14 indicam que os produtores estão operando abaixo do nível ótimo de eficiência econômica por não estarem combinando de maneira ótima os recursos de produção.

TABELA 14 Índice de eficiência econômica na produção de soja por regiões produtoras no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Estratos de eficiência	Região sul		Região norte		Estado	
	Eficiência média	Frequência relativa	Eficiência média	Frequência relativa	Eficiência média	Frequência relativa
0,90 – 1,00	-	-	-	-	-	-
0,80 – 0,89	0,8155	67,27	0,8705	100,00	0,8152	56,29
0,70 – 0,79	0,7860	32,73	-	-	0,7868	43,71
Total	0,8059	100,0	0,8705	100,0	0,8028	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação aos estratos de eficiência, verifica-se que nenhum produtor atingiu o nível máximo. No entanto, 56,29% dos produtores de soja do estado alcançaram um nível médio de eficiência de 0,8152 (estrato 0,80 –| 0,89). Os demais (43,71%) atingiram um nível médio de 0,7868.

Quando se analisam as regiões produtoras separadamente, observa-se que na região norte a totalidade dos produtores de soja alcançou o nível de eficiência de 0,8705 no estrato 0,80 –| 0,89.

Já na região sul, 67,27% dos produtores pesquisados nesta região se situam no estrato 0,80 –| 0,89, com média de 0,8155. Os demais (32,73%) atingiram uma eficiência média de 0,7860.

As diferenças observadas entre as regiões podem ser decorrentes das características das propriedades como tamanho da área, condição de posse da terra, mão-de-obra, mecanização, gerenciamento, entre outras. Além disso, o nível tecnológico existente em cada propriedade em função da tecnologia de produção pode influenciar o nível de eficiência econômica dos produtores.

Na Tabela 14, nota-se que a maior concentração de frequência de produtores de soja do Mato Grosso do Sul (56,29%) ocorre no estrato de eficiência 0,80 –| 0,89. Portanto, caso não ocorra melhoria na eficiência econômica, a longo prazo os resultados econômicos poderão ser desestimuladores de produção, com baixa atratividade econômica.

5 CONCLUSÕES

A exploração econômica da cultura da soja no estado de Mato Grosso do Sul é desenvolvida por produtores que praticam uma agricultura tecnificada, com visão empresarial. A maioria destes produtores é proprietário-arrendatário, ou seja, cultiva a soja em área própria e arrendada, sendo minoria os arrendatários.

A área média com soja na região sul é de 262,98 ha enquanto que na região norte é de 701,78 ha. A área média com a cultura da soja no estado é de 382,13 ha. Dessa forma, pode-se inferir que os produtores de soja no Mato Grosso do Sul têm um perfil de médio a grande empresários.

Em relação à condição de posse das terras, os arrendatários foram os que alcançaram o melhor nível de eficiência, seguidos pelos proprietários. Já os proprietários-arrendatários não foram eficientes.

Considerando-se a fronteira de eficiência estabelecida e com base nos parâmetros observados neste trabalho, os resultados indicam que a maioria dos proprietários, parte dos arrendatários e todos os proprietários-arrendatários estão operando abaixo da fronteira de eficiência, ou seja, são, em parte, ineficientes economicamente.

Quanto aos grupos de área total, esperava-se que os médios e grandes produtores de soja obtivessem os maiores níveis de eficiência econômica, porém nenhum produtor atingiu o intervalo máximo de eficiência, ou seja, 0,90 – 1,00. No entanto, o maior nível de eficiência foi alcançado pelas propriedades com menos de 100 ha.

Se for considerada a fronteira de eficiência estabelecida neste estudo, todos os produtores de soja, quando avaliados por tamanho de área, são em parte ineficientes economicamente. No entanto, os resultados obtidos indicam um alto

grau de similaridade entre os produtores, por apresentarem características comuns tais como a região, a mão-de-obra, tecnologia, entre outras.

Quando avaliados por região, os produtores de soja mostraram-se ineficientes na aplicação dos seus recursos de produção. No entanto, os produtores da região norte estão operando próximos da fronteira de eficiência estabelecida, sinalizando uma tendência mais favorável na realocação de recursos e, portanto, atingindo a eficiência.

O nível médio de eficiência econômica alcançado pelos produtores de soja no estado de Mato Grosso do Sul foi de 80,28%. A princípio, este índice não é baixo, mas indica que a tendência de ganhos adicionais na produtividade e/ou na redução dos custos de produção podem ser obtidos com melhor desempenho econômico dos produtores, levando-os a operar na fronteira de produção.

De maneira geral, esperava-se que os produtores de soja do Mato Grosso do Sul obtivessem melhores níveis de eficiência econômica, isto é, que operassem muito próximos ou na fronteira de eficiência estabelecida neste estudo. Porém, os resultados alcançados indicaram que os produtores não conseguem explorar potencialmente a tecnologia disponível e, conseqüentemente, obter melhores resultados econômicos, em razão da presença de parte de ineficiência econômica no processo produtivo.

A constatação de ineficiência econômica entre os produtores de soja sugere que esforços sejam destinados à melhoria do desempenho deste segmento. Neste caso, as informações, tanto técnicas como econômicas, serão de fundamental importância para os produtores. Portanto, caso não ocorra melhoria na eficiência econômica, a longo prazo os resultados econômicos poderão ser desestimuladores de produção, com baixa atratividade econômica.

A determinação da fronteira de produção na avaliação da eficiência econômica de produtores rurais é de grande utilidade na orientação dos serviços

de pesquisas agropecuárias e da extensão rural, na medida em que mostra quais produtores são economicamente eficientes, quais os ineficientes e sinaliza para a necessidade de realocação dos recursos.

Do ponto de vista de políticas públicas para o estado de Mato Grosso do Sul, provavelmente a transferência de tecnologia por aquelas instituições torna-se ainda mais importante, haja vista a visão empresarial empregada neste estudo.

Este trabalho traz algumas limitações quanto à mensuração e interpretação dos resultados sobre a eficiência dos produtores, uma vez que os valores obtidos são relativos e todos foram comparados a um único nível de eficiência.

Para trabalhos futuros sobre estimação de eficiência econômica, sugere-se a utilização de outros métodos e técnicas envolvendo uma análise multivariada, a fim de aperfeiçoar e ampliar a utilização dos resultados obtidos.

Como sugestão à pesquisa acredita-se que a análise da eficiência de todos os segmentos da cadeia produtiva da soja constitua numa linha de estudo importante. Assim, outros instrumentos de estimação de fronteiras de custo, lucro e produção devem ser testados e utilizados na medição da eficiência econômica de empresas rurais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIVISION - Consultoria Agro-industrial do Mercosul. Soja: estudos setoriais de agronegócios, safra 1998/99. Brasília, 1999. 189p.
- ALI, M.; CHAUDHRY, M.A. Inter-regional farm efficiency in Pakistan's Punjab: a frontier production function study. *Journal of Agricultural Economics*, Cambridge, v.41, n.1, p.62-74, Jan. 1990.
- ALI, M.; FLINN, J.C. Profit efficiency among Basmati rice producers in Pakistan Punjab. *American Journal of Agricultural Economics*, Massachusetts, v.71, n.2, p.303-310, May. 1989.
- ARAÚJO, L.A. **Fronteira de eficiência econômica sob condições de risco: uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas no sul de Santa Catarina.** Piracicaba: ESALQ, 1997. 150p. (Dissertação - Mestrado em Economia Aplicada).
- BRAVO-URETA, B.E.; PINHEIRO, E. Technical economic and allocative efficiency in peasant farming: evidence from the Dominican Republic. *The Developing Economies*, Tokyo, v.35, n.1, p.48-67, Mar. 1997.
- BRAVO-URETA, B.E.; RIEGER, L. Alternative production frontier methodologies and dairy farm efficiency. *Journal of Agricultural Economics*, Cambridge, v.41, n.2, p.215-226, May. 1990.
- COELHO, F.C. **Análise do mecanismo de transmissão de preços de laranja e soja entre os mercados externo e interno.** Viçosa: UFV, 1996. 94p. (Dissertação - Mestrado em Economia Rural).
- CONCEIÇÃO, J.P.R. da. **Fronteira de produção estocástica e eficiência técnica na agricultura.** Piracicaba: ESALQ, 1998. 108p. (Tese - Doutorado em Economia Aplicada).
- EATON, B.C.; EATON, D.F. **Microeconomia.** São Paulo: Saraiva, 1999. 606p.
- FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, London, Series A, part III, v.120, p.253-281, 1957.
- FERREIRA, A.A. **Características dos sistemas de produção, eficiência e economias de escala na produção de frango de corte no estado de**

- Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1998. 140p. (Dissertação - Mestrado em Economia Rural).
- FERREIRA, J.R.C.; BECKER, K.B.; WAQUIL, P.D.** Fronteira de produção e eficiência técnica em um sistema de produção de leite no litoral sul de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., 1999, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: SOBER, 1999. 1 CD-ROM.
- FONTOURA, J.U.G.** Introdução e evolução da soja no Brasil: 7. No estado de Mato Grosso do Sul. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas: ITAL, 1981. p.40.
- GOMES, A.P.** Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital. Viçosa: UFV, 1999. 161p. (Tese – Doutorado em Economia Rural).
- GOMES, A.P.; ALVES, E.** Eficiência de escala na produção de leite: uma abordagem não-paramétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38., 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Mundo Virtual, 2000. 1 CD-ROM.
- INDICADORES DA AGROPECUÁRIA.** Brasília: CONAB, v.9, n.06/07, jun/jul. 2000. 50p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. v.35.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1976. v.37.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1982. v.43.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1987/88. v.48.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. v.52.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. v.57.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Censo agropecuário 1995-1996: Mato Grosso do Sul*. Rio de Janeiro: 1998. 207p. (IBGE. Censo Agropecuário, 23).

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.
Levantamento sistemático da produção agrícola. [on line]. Disponível:
<http://www.ibge.gov.br/sidra>. [Capturado em 28 de agosto de 2000].
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.
Levantamento sistemático da produção agrícola: safra 98/99. Campo Grande: IBGE, 1999. Mimeo.
- LINGARD, J.; CASTILLO, L.; JAYASURIYA, S. Comparative efficiency of rice farms in Central Luzon, the Philippines. **Journal of Agricultural Economics**, Cambridge, v.34, n.2, p.163-173, May. 1983.
- MELLO, G.R.A.V. **Economia de escala e eficiência econômica da produção de leite.** Viçosa: UFV, 1995. 127p. (Dissertação - Mestrado em Economia Rural).
- NEFF, D.L.; GARCIA, P.; NELSON, C.H. Technical efficiency: a comparison of production frontier methods. **Journal of Agricultural Economics**, Cambridge, v.44, n.3, p.479-489, Sept. 1993.
- PEREIRA, S.R. A política de garantia de preços mínimos e o complexo soja. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.2, n.3, p.23-24, jul./set. 1993.
- PORTUGAL, A.A. Agricultura, competitividade e tecnologia. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.4, n.3, p.33-34, jul./set. 1995.
- REIS, R.P. **Estrutura produtiva da pecuária leiteira sob condições de intervenção: um estudo de caso em Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1992. 151p. (Tese - Doutorado em Economia Rural).
- TAYLOR, T.G.; DRUMMOND, H.E.; GOMES, A.T. Agricultural credit programs and production efficiency: an analysis of traditional farming in southeastern Minas Gerais, Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, Massachusetts, v.66, n.1, p.110-119, Jan. 1986.
- TUPY, O. **Fronteiras estocásticas, dualidade neoclássicas e eficiência econômica na produção de frangos de corte.** Piracicaba: ESALQ, 1996. 91p. (Tese - Doutorado em Economia Aplicada).
- TUPY, O.; YAMAGUCHI, L.C.T. Eficiência e produtividade: conceitos e medição. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.45, n.2, p.39-51, 1998.
- VARIAN, H.R. **Microeconomia: princípios básicos.** Rio de Janeiro: Campus, 2000. 756p.
- VASCONCELLOS, M.A.S. de; GARCIA, M.E. **Fundamentos de economia.** São Paulo: Saraiva, 1998. 300p.

WARNKEN, P.F. A influência da política econômica na expansão da soja no Brasil. Revista de Política Agrícola, Brasília, v.8, n.1, p.21-25, jan./mar. 1999.

ANEXOS

		Página
ANEXO A	MODELOS DE ANÁLISE DA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO FRONTEIRA	67
TABELA 1A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os produtores proprietários no Mato Grosso do Sul, 1996/97	67
TABELA 2A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os produtores arrendatários no Mato Grosso do Sul, 1996/97	68
TABELA 3A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os produtores proprietários-arrendatários no Mato Grosso do Sul, 1996/97	69
TABELA 4A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para o grupo de área total menos de 100 ha no Mato Grosso do Sul, 1996/97	70
TABELA 5A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para o grupo de área total mais de 100 ha no Mato Grosso do Sul, 1996/97	71
TABELA 6A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para a região sul do Mato Grosso do Sul, 1996/97	72
TABELA 7A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para a região norte do Mato Grosso do Sul, 1996/97	73
TABELA 8A	Coefficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para o Mato Grosso do Sul, 1996/97	74
ANEXO B	MATRIZ DE CORRELAÇÃO SIMPLES	75
TABELA 1B	Matriz de correlação simples para produtores proprietários de terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97	75

TABELA 2B	Matriz de correlação simples para produtores arrendatários de terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97	76
TABELA 3B	Matriz de correlação simples para produtores proprietários-arrendatários de terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97	77
TABELA 4B	Matriz de correlação simples para grupo de área total menos de 100 ha no Mato Grosso do Sul, 1996/97	78
TABELA 5B	Matriz de correlação simples para grupo de área total 100 ha ou mais no Mato Grosso do Sul, 1996/97	79
TABELA 6B	Matriz de correlação simples para a região sul do Mato Grosso do Sul, 1996/97	80
TABELA 7B	Matriz de correlação simples para a região norte do Mato Grosso do Sul, 1996/97	81
TABELA 8B	Matriz de correlação simples para o Mato Grosso do Sul, 1996/97	82

ANEXO A Modelos de análise da função de produção fronteira

TABELA 1A - Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os produtores proprietários no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâ- metros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-0,4341	-0,3304	0,7428	-1,5142	-1,1789	0,2449	-0,8842	-0,6742	0,5039
β_1	T'lnT	-1108,6395	-1,8098	0,0777	-1245,4236	-2,2931	0,0268	-1151,5843	-2,0126	0,0506
β_2	M'lnM	82,0479	2,0062	0,0515	93,1790	2,5682	0,0138	86,1383	2,2526	0,0296
β_3	A'lnA	1,1321	8,2599	0,0000	-	-	-	1,1784	8,6392	0,0000
β_4	D'lnD	1,0846	7,8519	0,0000	-	-	-	1,1277	8,2342	0,0000
β_5	S'lnS	1101,4700	1,7728	0,0837	1233,2922	2,2388	0,0304	1140,7378	1,9658	0,0560
β_6	F'lnF	1,0821	8,2141	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	1,3906	5,8061	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	1,1421	9,5459	0,0000	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	1,1905	9,2737	0,0000	1,1208	8,5765	0,0000
Coeficiente de determinação		0,9863			0,9875			0,9868		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9839			0,9861			0,9849		
Número de observações		49			49			49		
Graus de liberdade		41			43			42		
Teste F'		420,0118	0,0000		681,4045	0,0000		521,3542	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2A - Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os produtores arrendatários no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâ- metros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	13,0782	2,5368	0,0237	14,3092	2,0318	0,0591	11,9500	2,2361	0,0410
β_1	T'lnT	-1244,2163	-1,1984	0,2507	-390,8024	-0,4453	0,6620	-598,4744	-0,6199	0,5446
β_2	M'lnM	53,5595	0,7693	0,4545	-4,7050	-0,0798	0,9374	14,5029	0,2206	0,8284
β_3	A'lnA	-0,1222	-0,2421	0,8122	-	-	-	-0,0198	-0,0377	0,9704
β_4	D'lnD	-0,4844	-0,8416	0,4142	-	-	-	-0,2369	-0,4123	0,6859
β_5	S'lnS	1368,7782	1,2952	0,2162	507,8445	0,5645	0,5802	700,3130	0,7144	0,4860
β_6	F'lnF	-0,0744	-0,1384	0,8919	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	0,5304	0,6933	0,4995	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	-0,2342	-0,3708	0,7156	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	-0,2760	-0,3873	0,7036	0,0199	0,0360	0,9718
Coeficiente de determinação		0,9780			0,9742			0,9747		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9670			0,9662			0,9646		
Número de observações		22			22			22		
Graus de liberdade		14			16			15		
Teste F		88,8644	0,0000		120,9033	0,0000		96,4957	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 3A - Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para os produtores proprietários-arrendatários no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâmetros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-1,6972	-1,2770	0,2057	-1,9725	-1,5538	0,1245	-1,3610	-1,0899	0,2793
β_1	T'lnT	-1120,0018	-2,5141	0,0142	-1079,6400	-2,4252	0,0177	-1121,5095	-2,4950	0,0149
β_2	M'lnM	85,6151	2,9383	0,0044	82,8370	2,8407	0,0058	84,6130	2,8811	0,0052
β_3	A'lnA	1,2159	9,3518	0,0000	-	-	-	1,1800	9,7291	0,0000
β_4	D'lnD	1,3616	8,8250	0,0000	-	-	-	1,3156	9,2601	0,0000
β_5	S'lnS	1103,1015	2,4278	0,0177	1062,9188	2,3426	0,0218	1108,5186	2,4181	0,0181
β_6	F'lnF	1,2492	8,5393	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	1,4037	7,9762	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	1,1788	10,3290	0,0000	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	1,2604	9,3790	0,0000	1,1895	9,0530	0,0000
Coeficiente de determinação		0,9844			0,9838			0,9839		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9829			0,9827			0,9826		
Número de observações		80			80			80		
Graus de liberdade		72			74			73		
Teste F		650,5386	0,0000		899,2790	0,0000		745,6431	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4A - Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para o grupo de área total menos de 100 ha no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâ- metros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-1,5468	-0,9553	0,3473	-2,6188	-1,6130	0,1169	-1,9350	-1,2305	0,2281
β_1	T'lnT	-308,3686	-0,4221	0,6760	-280,2957	-0,4022	0,6903	-238,2581	-0,3420	0,7347
β_2	M'lnM	27,9696	0,5626	0,5781	28,2670	0,5953	0,5560	24,3843	0,5152	0,6102
β_3	A'lnA	1,2682	6,3547	0,0000	-	-	-	1,3211	6,7808	0,0000
β_4	D'lnD	1,3864	6,3614	0,0000	-	-	-	1,4299	6,8466	0,0000
β_5	S'lnS	293,6815	0,3981	0,6934	258,0812	0,3668	0,7163	218,8237	0,3109	0,7580
β_6	F'lnF	1,2674	7,0486	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	1,5462	5,9149	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	1,2935	7,2710	0,0000	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	1,3757	7,7466	0,0000	1,2948	7,5212	0,0000
Coeficiente de determinação		0,9767			0,9772			0,9779		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9711			0,9735			0,9735		
Número de observações		37			37			37		
Graus de liberdade		29			31			30		
Teste F'		173,5661	0,0000		265,9594	0,0000		221,1895	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 5A - Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para o grupo de área total 100 ha ou mais no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâ- metros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	4,6554	2,3103	0,0228	2,8627	1,1887	0,2372	4,5893	2,2266	0,0281
β_1	T'lnT	-912,6572	-2,6223	0,0100	-955,1034	-2,7723	0,0066	-926,7798	-2,6711	0,0087
β_2	M'lnM	54,2959	2,2670	0,0254	61,4486	2,5624	0,0118	55,4285	2,3240	0,0220
β_3	A'lnA	0,6597	3,5791	0,0005	-	-	-	0,6692	3,5551	0,0006
β_4	D'lnD	0,6885	3,7034	0,0003	-	-	-	0,6987	3,7015	0,0003
β_5	S'lnS	953,4590	2,7016	0,0080	981,7537	2,8096	0,0059	967,0928	2,7470	0,0071
β_6	F'lnF	0,6479	3,5999	0,0005	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	0,8816	3,6392	0,0004	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	0,7736	3,7898	0,0002	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	0,8172	3,8057	0,0002	0,6559	3,5904	0,0005
Coeficiente de determinação		0,9684			0,9681			0,9680		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9663			0,9667			0,9662		
Número de observações		114			114			114		
Graus de liberdade		106			108			107		
Teste F		463,5732	0,0000		656,4540	0,0000		539,8025	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 6A - Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para a região sul do Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâ- metros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-1,3540	-1,1485	0,2535	-2,4951	-2,1441	0,0344	-1,4755	-1,2900	0,1999
β_1	T'lnT	-1123,8831	-2,8095	0,0059	-1131,2998	-2,8826	0,0048	-1098,8296	-2,7565	0,0069
β_2	M'lnM	85,5490	3,2623	0,0015	88,1034	3,4294	0,0009	84,1754	3,2316	0,0017
β_3	A'lnA	1,2331	10,2270	0,0000	-	-	-	1,2451	10,6479	0,0000
β_4	D'lnD	1,3821	9,7763	0,0000	-	-	-	1,3957	10,3036	0,0000
β_5	S'lnS	1107,8055	2,7170	0,0077	1108,7560	2,7712	0,0066	1081,3992	2,6600	0,0091
β_6	F'lnF	1,2000	9,1908	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	1,4379	8,5846	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	1,2529	11,6359	0,0000	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	1,3158	10,4933	0,0000	1,1974	9,7213	0,0000
Coeficiente de determinação		0,9784			0,9786			0,9783		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9769			0,9776			0,9770		
Número de observações		110			110			110		
Graus de liberdade		102			104			103		
Teste F		658,8159	0,0000		953,2641	0,0000		773,9536	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 7A - Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja para a região norte do Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâmetros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	6,7805	2,5642	0,0151	5,5979	2,1115	0,0419	6,5566	2,4378	0,0202
β_1	T'lnT	560,5942	1,2565	0,2178	547,5128	1,2804	0,2088	568,2904	1,2986	0,2028
β_2	M'lnM	-49,5940	-1,5325	0,1349	-45,9293	-1,4787	0,1482	-49,5107	-1,5573	0,1287
β_3	A'lnA	0,4557	1,9144	0,0643	-	-	-	0,4768	1,9654	0,0576
β_4	D'lnD	0,4732	2,2035	0,0346	-	-	-	0,4901	2,2519	0,0309
β_5	S'lnS	-519,7003	-1,1642	0,2527	-515,9662	-1,2058	0,2360	-529,5463	-1,2092	0,2349
β_6	F'lnF	0,4595	2,0169	0,0519	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	0,5639	1,6989	0,0988	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	0,5339	2,4874	0,0178	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	0,5690	2,4921	0,0176	0,4775	2,0652	0,0466
Coeficiente de determinação		0,9903			0,9905			0,9903		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9882			0,9891			0,9886		
Número de observações		41			41			41		
Graus de liberdade		33			35			34		
Teste F		480,1128	0,0000		726,7691	0,0000		578,2177	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 8A- Coeficientes estimados para a função fronteira de produção de soja no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

Parâ- metros	Variáveis	Modelo I			Modelo II			Modelo III		
		Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t	Estimativas	t	P > t
β_0	Constante	-0,3195	-0,3722	0,7103	-1,5306	-1,7385	0,0843	-0,6351	-0,7305	0,4662
β_1	T'lnT	-895,7542	-2,7807	0,0062	-907,6458	-2,9004	0,0043	-876,5057	-2,7356	0,0070
β_2	M'lnM	67,4715	3,1515	0,0020	70,6333	3,4022	0,0009	67,0134	3,1541	0,0020
β_3	A'lnA	1,1150	12,8745	0,0000	-	-	-	1,1461	13,1429	0,0000
β_4	D'lnD	1,1643	12,2268	0,0000	-	-	-	1,1943	12,6016	0,0000
β_5	S'lnS	886,8752	2,7101	0,0075	891,0431	2,8016	0,0058	864,5283	2,6546	0,0088
β_6	F'lnF	1,0872	12,1554	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_7	E'lnE	1,3667	10,0123	0,0000	-	-	-	-	-	-
β_8	I'lnI	-	-	-	1,1528	14,2516	0,0000	-	-	-
β_9	O'lnO	-	-	-	1,2113	13,3871	0,0000	1,1105	12,4756	0,0000
Coeficiente de determinação		0,9827			0,9834			0,9827		
Coeficiente de determinação ajustado		0,9819			0,9828			0,9820		
Número de observações		151			151			151		
Graus de liberdade		143			145			144		
Teste F		1163,5065	0,0000		1715,6004	0,0000		1364,0281	0,0000	

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO B Matriz de correlação simples

TABELA 1B – Matriz de correlação simples para produtores de soja proprietários de terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	T'lnT	M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,8671	0,8498	0,6724	0,7903	0,8708	-0,4654	0,1001	0,8017	-0,4557
T'lnT		1,0000	0,9993	0,5872	0,7927	0,9999	-0,7133	0,0236	0,7464	-0,7178
M'lnM			1,0000	0,5750	0,7860	0,9990	-0,7249	0,0186	0,7353	-0,7303
A'lnA				1,0000	0,5010	0,5899	-0,7103	0,0865		-0,7043
D'lnD					1,0000	0,7940	-0,6145	0,0393		-0,6161
S'lnS						1,0000	-0,7105	0,0247	0,7488	-0,7148
F'lnF							1,0000	-0,1430	-0,7806	
E'lnE								1,0000	0,0798	
I'lnI									1,0000	-0,7770
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2B – Matriz de correlação simples para produtores de soja arrendatários de terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	T'lnT	M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,7823	0,7498	0,6467	0,7356	0,7892	-0,4306	-0,1518	0,8062	-0,4702
T'lnT		1,0000	0,9986	0,2489	0,7444	0,9999	-0,5214	-0,1209	0,4356	-0,5484
M'lnM			1,0000	0,2096	0,7292	0,9980	-0,5198	-0,1129	0,3946	-0,5443
A'lnA				1,0000	0,0936	0,2575	-0,6191	-0,2227		-0,6806
D'lnD					1,0000	0,7476	-0,1100	-0,0176		-0,1117
S'lnS						1,0000	-0,5215	-0,1228	0,4446	-0,5491
F'lnF							1,0000	-0,1101	-0,6105	
E'lnE								1,0000	-0,2157	
I'lnI									1,0000	-0,6693
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 3B – Matriz de correlação simples para produtores de soja proprietários-arrendatários de terras no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	T'lnT	M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,8746	0,8592	0,8194	0,7743	0,8780	-0,6321	-0,2598	0,8966	-0,6408
T'lnT		1,0000	0,9994	0,6358	0,8462	0,9999	-0,8255	-0,4057	0,7828	-0,8475
M'lnM			1,0000	0,6171	0,8451	0,9991	-0,8334	-0,4088	0,7683	-0,8553
A'lnA				1,0000	0,5238	0,6400	-0,6283	-0,2590		-0,6354
D'lnD					1,0000	0,8464	-0,7817	-0,2823		-0,7817
S'lnS						1,0000	-0,8236	-0,4049	0,7860	-0,8456
F'lnF							1,0000	0,2797	-0,7629	
E'lnE								1,0000	-0,3027	
I'lnI									1,0000	-0,7688
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4B – Matriz de correlação simples dos produtores de soja com área total menos que 100 ha no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	T'lnT	M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,8664	0,8578	0,6425	0,8336	0,8683	-0,6867	-0,1126	0,7950	-0,6919
T'lnT		1,0000	0,9998	0,6641	0,8715	0,9999	-0,9054	-0,1633	0,8305	-0,9133
M'lnM			1,0000	0,6601	0,8689	0,9997	-0,9088	-0,1632	0,8268	-0,9166
A'lnA				1,0000	0,5970	0,6649	-0,7845	-0,2189		-0,8049
D'lnD					1,0000	0,8720	-0,8328	-0,0997		-0,8329
S'lnS						1,0000	-0,9045	-0,1632	0,8313	-0,9125
F'lnF							1,0000	0,0457	-0,8967	
E'lnE								1,0000	-0,1971	
I'lnI									1,0000	-0,9113
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 5B – Matriz de correlação simples dos produtores de soja com área total 100 ha ou mais no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	T'lnT	M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,7185	0,6853	0,6417	0,5792	0,7258	-0,2858	-0,1263	0,7556	-0,3047
T'lnT		1,0000	0,9988	0,3369	0,5971	0,9999	-0,5865	-0,3179	0,4995	-0,6344
M'lnM			1,0000	0,3071	0,5866	0,9982	-0,5956	-0,3233	0,4700	-0,6442
A'lnA				1,0000	0,1641	0,3435	-0,5617	-0,1093		-0,5636
D'lnD					1,0000	0,5993	-0,3971	-0,1322		-0,4104
S'lnS						1,0000	-0,5843	-0,3165	0,5059	-0,6319
F'lnF							1,0000	0,0799	-0,6457	
E'lnE								1,0000	-0,1421	
I'lnI									1,0000	-0,6514
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 6B – Matriz de correlação simples dos produtores de soja da região sul no Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	T'lnT	M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,8805	0,8670	0,7041	0,8550	0,8834	-0,6232	-0,1146	0,8551	-0,6194
T'lnT		1,0000	0,9995	0,5540	0,8833	0,9999	-0,8108	-0,2397	0,7599	-0,8224
M'lnM			1,0000	0,5402	0,8792	0,9992	-0,8190	-0,2430	0,7485	-0,8309
A'lnA				1,0000	0,5016	0,5570	-0,6477	-0,1751		-0,6537
D'lnD					1,0000	0,8841	-0,7373	-0,1471		-0,7344
S'lnS						1,0000	-0,8088	-0,2388	0,7624	-0,8203
F'lnF							1,0000	0,1309	-0,7800	
E'lnE								1,0000	-0,1911	
I'lnI									1,0000	-0,7837
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 7B – Matriz de correlação simples dos produtores de soja da região norte do Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	X ₁ T'lnT	X ₂ M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,8086	0,7829	0,6199	0,6741	0,8141	-0,2273	-0,0102	0,7115	-0,2341
T'lnT		1,0000	0,9991	0,6612	0,5288	0,9999	-0,5880	-0,0611	0,6927	-0,6069
M'lnM			1,0000	0,6538	0,5109	0,9986	-0,6057	-0,0641	0,6809	-0,6253
A'lnA				1,0000	0,5079	0,6627	-0,7748	0,1430		-0,7698
D'lnD					1,0000	0,5327	-0,4140	-0,0093		-0,4229
S'lnS						1,0000	-0,5838	-0,0604	0,6952	-0,6026
F'lnF							1,0000	-0,1890	-0,7484	
E'lnE								1,0000	0,1013	
I'lnI									1,0000	-0,7485
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 8B – Matriz de correlação simples dos produtores de soja do Mato Grosso do Sul, 1996/97.

	Y	T'lnT	M'lnM	A'lnA	D'lnD	S'lnS	F'lnF	E'lnE	I'lnI	O'lnO
Y	1,0000	0,8670	0,8501	0,7522	0,7733	0,8707	-0,5514	-0,1173	0,8565	-0,5587
T'lnT		1,0000	0,9994	0,5982	0,8008	0,9999	-0,7644	-0,2253	0,7507	-0,7837
M'lnM			1,0000	0,5811	0,7961	0,9990	-0,7735	-0,2287	0,7361	-0,7930
A'lnA				1,0000	0,4665	0,6019	-0,6599	-0,1322		-0,6653
D'lnD					1,0000	0,8017	-0,6531	-0,1256		-0,6577
S'lnS						1,0000	-0,7622	-0,2245	0,7539	-0,7814
F'lnF							1,0000	0,0776	-0,7585	
E'lnE								1,0000	-0,1505	
I'lnI									1,0000	-0,7644
O'lnO										1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.