

## Economia para além dos custos: aplicação da análise de sensibilidade para a tomada de decisão agropecuária



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **DOCUMENTOS 366**

# Economia para além dos custos: aplicação da análise de sensibilidade para a tomada de decisão agropecuária

*Daniel Ioshiteru Kinpara*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br> (Digite o título e clique em “Pesquisar”)

**Embrapa Cerrados**  
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73310-970, Planaltina, DF  
Fone: (61) 3388-9898  
Fax: (61) 3388-9879  
[embrapa.br/cerrados](http://embrapa.br/cerrados)  
[embrapa.br/fale-conosco/sac](http://embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente  
*Lineu Neiva Rodrigues*

Secretária-executiva  
*Marina de Fátima Vilela*

Membros  
*Alessandra Silva Gelape Faleiro, Cícero Donizete Pereira, Gustavo José Braga, João de Deus G. dos Santos Júnior, Jussara Flores de Oliveira Arbues e Shirley da Luz Soares Araujo*

Secretária  
*Alessandra S. Gelape Faleiro*

Supervisão editorial  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Revisão de texto  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Normalização bibliográfica  
*Shirley da Luz Soares Araujo (CRB 1/1948)*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Renato Berlim Fonseca*

Foto da capa  
*Nattanan Kanchanaprat (pixabay.com)*

Impressão e acabamento  
*Alexandre Moreira Veloso*

**1ª edição**

1ª impressão (2020): tiragem 20 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Cerrados

- 
- K55 Kinpara, Daniel Ioshiteru.  
Economia para além dos custos : aplicação da análise de sensibilidade para a tomada de decisão agropecuária / Daniel Ioshiteru Kinpara. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2020.  
25 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081; 366).  
1. Economia agrícola. 2. Avaliação econômica. 3. Análise de sensibilidade. I. Título. II. Série.

338.1 CDD-21

© Embrapa, 2020

## Autor

### **Daniel Ioshiteru Kinpara**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Psicologia Social, área de pesquisa em Socioeconomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.



## Apresentação

A Economia Rural é um ramo da ciência Econômica que tem um arsenal de ferramentas de análise que não se limitam aos custos de produção. A despeito da importância dos custos, existem análises que fornecem informações mais completas.

Assim, é preciso lançar mão de outras análises complementares que ajudem a extrair as informações necessárias para uma tomada de decisão técnica e racional. A dificuldade é não tornar a ferramenta mais importante que a informação.

A ideia por trás da análise de sensibilidade é bastante simples e, por isso, elegante. Ela permite combinar diferentes elementos e diferentes grandezas. Ela apresenta o resultado de forma inteligível, sem necessidade de valores de referência para interpretá-lo.

A intenção do presente manuscrito é a de estimular os colegas técnicos, os produtores rurais, os estudantes e os profissionais que atuam na área agrícola a conhecerem algumas aplicações de análise de sensibilidade na avaliação econômica do negócio agrícola.

*Sebastião Pedro da Silva Neto*  
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados



## Sumário

|   |    |
|---|----|
| Introdução.....   | 9  |
| A análise de sensibilidade .....  | 10 |
| Aplicações da análise de sensibilidade .....  | 12 |
| Produção de milho para silagem.....   | 12 |
| Escolha de cultivar de milho.....   | 14 |
| Análise de risco .....  | 16 |
| Considerações finais .....  | 20 |
| Referências .....   | 21 |
| Anexo I. Cálculo de depreciação dos bens de capital para a produção de milho para silagem. .... | 22 |





## Introdução

A produção agropecuária sempre foi um tema caro para a ciência econômica. A origem do nome “economia” já indica a sua preocupação com as necessidades dos habitantes da “casa” (óikos), estudando a alocação de produtos alimentícios, fibras e energia dentro das residências, objeto da Economia Doméstica. Também deu atenção à organização da produção, estudando não só as necessidades da casa, mas de uma sociedade, diferenciando o rural do urbano. Surge outro ramo, a Economia Rural. Mais recentemente, a preocupação com o uso sustentável dos recursos trouxe para o debate a Economia Ecológica e a Economia Ambiental.

Essa evolução do saber econômico mostra como esta ciência acompanha os novos problemas humanos de alocação de recursos. Novas ferramentas de análise econômica são desenvolvidas para apreender uma realidade que inclui cada vez mais necessidades e cada vez mais recursos, determinando mais interrelações entre as variáveis estudadas.

A partir das décadas de 1950 e 1960, o Estado brasileiro foi um grande incentivador da incorporação de inovações tecnológicas no meio rural por meio de vultosos recursos financeiros proporcionados pelas políticas públicas (Castro, 2019). A Economia Rural teve um papel fundamental na gestão desses recursos nas unidades produtivas agrícolas por meio da análise de custos. Porém, a produção e o consumo em crescimento vertiginoso causaram problemas. Andrade (2008) explica que se começou a perceber que a economia retira recursos naturais do meio ambiente proporcionando não apenas produção e consumo, mas devolvendo rejeitos e resíduos. Isso passou a ser uma preocupação para a economia na medida que o sistema econômico poderia ultrapassar a capacidade de assimilação desses resíduos e rejeitos. Essas são as bases para uma nova teoria econômica, a teoria ambiental neoclássica. As análises de custos e os seus métodos de valoração neoclássicos são revisitos, expandindo-se para a valoração econômica ambiental.

A proposta do presente manuscrito é apresentar o uso da análise de sensibilidade como uma ferramenta útil para apoiar o produtor rural na tomada de decisão. Não para substituir a análise de custos, mas servir como um complemento.

## A análise de sensibilidade

O objeto de estudo da Economia é a escassez. Como atender as infinitas necessidades humanas em um mundo cujos recursos são escassos? Cabe à Economia resolver este problema de alocação. A despeito do objeto de estudo ser imutável, o pensamento econômico evolui e novas teorias são elaboradas. Essas novas teorias permitem o desenvolvimento de novos métodos de análise econômica. Atualmente, predomina o pensamento neoclássico.

A Economia Neoclássica tem duas grandes abordagens: a microeconômica e a macroeconômica. Para as análises em nível de unidade produtiva agrícola, a microeconômica é a análise apropriada. Nela, destaca-se a Teoria da Firma, elaborada pelo economista Ronald Coase, em 1937, quando da publicação do artigo *The Nature of the Firm* (Coase, 1937). Nesse artigo, existe uma preocupação especial sobre “produto marginal”.

O produto marginal é um conceito central da Economia Neoclássica. Ele é definido como a variação na quantidade produzida decorrente da variação em uma unidade de recurso. Samuelson e Nordhaus (2012) utilizam o exemplo de uma fazenda para explicar esse conceito. Eles definem produto marginal de um insumo como “o produto adicional gerado por 1 unidade adicional” do insumo (Samuelson; Nordhaus, 2012). Este conceito é também a base de uma das análises mais úteis da Economia, a Análise de Sensibilidade. Matematicamente, o Produto Marginal (PM) de um insumo X se define pela razão entre a variação de uma unidade do insumo ( $\Delta X$ ) e a respectiva variação na produção ( $\Delta Y$ ). Matematicamente, PM se define como:

$$PM = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (1)$$

No estudo da Economia, umas das primeiras análises para caracterizar os mercados e suas curvas de oferta e demanda nos livros textos de Economia são os estudos de elasticidade (Vasconcellos, 2015; Rossetti, 2016). A elasticidade é um tipo de análise de sensibilidade. Na perspectiva da produção rural, a elasticidade-preço da oferta, por exemplo, permite estimar o quanto a mais o produtor agrícola deseja produzir se o preço recebido pelo seu produ-

to aumentar em um real. Ou de forma inversa, o quanto a menos ele deseje produzir se o preço recebido pelo seu produto cair em um real.

A análise de elasticidade-preço normalmente é empregada em um nível de análise agregado, de conjunto de produtores. Esse conjunto pode ser de uma associação, de um setor (graneleiro, leiteiro, silvicultural etc.), de uma região. Ela pode sim ser analisada para um produtor apenas, mas não faria muito sentido. O principal motivo de não fazer sentido é a característica de perecibilidade dos produtos agropecuários. Entre perder o produto e vender a um preço menor (sem alterar a quantidade ou alterando muito pouco), o produtor “aceita” o preço praticado. Um outro motivo é o que se chama de mercado de competição imperfeita. Normalmente, observa-se uma situação de poucos compradores e muitos vendedores, de maneira que o poder de negociação recai sobre os compradores. Essa imperfeição em particular é denominada de oligopsônio.

Mas a análise de sensibilidade não se limita à análise de elasticidade. O conceito pode ser aplicado a cada item dos inputs do sistema produtivo. Uma aplicação comum é realizar uma análise de custos, identificar os componentes de maior peso na estrutura de custos da propriedade e, sobre esses componentes, individualmente, analisar o seu efeito sobre o output do sistema.

Outra maneira mais elaborada de aplicar a análise de sensibilidade é entender a análise no tempo. Uma análise importante para os investidores é, sem dúvida, a análise de risco. É comum classificar os próprios investidores em termos de perfil de risco: conservador (avesso ao risco), moderado e arrojado (tomador de risco). A diferença básica entre risco e incerteza é que o primeiro tem associado uma probabilidade de ocorrência do evento. Para determinar essa probabilidade, é preciso lançar mão da Estatística. A qualidade da estimativa dessa probabilidade está intimamente associada à amostragem. Quanto mais observações do fenômeno, melhor são as estimativas. Entretanto, mais informações implicam maiores custos envolvidos no levantamento ou uma impossibilidade de se realizar o número maior de observações dada a raridade do fenômeno.

A fim de contornar a dificuldade de coleta ou mesmo de confiabilidade do método estatístico escolhido, pode-se abordar o problema de outra maneira por meio da análise de sensibilidade. Ao invés de determinar a probabilidade

associada ao fenômeno, pode-se definir, a priori, uma faixa de variação dos inputs e, assim, calcular os outputs. A partir dessa faixa de variação pré-determinada e seus respectivos outputs, é possível calcular a sensibilidade do negócio, isto é, o seu risco. Assim, um negócio que apresente uma alta sensibilidade é um negócio muito suscetível às pequenas variações nas condições do ambiente de negócio, logo, mais arriscado. Evidentemente, trata-se de uma aproximação (proxy) de risco, mas suficiente para uma análise com método em condições em que a disponibilidade de informação não é ideal.

## Aplicações da análise de sensibilidade

### Produção de milho para silagem

Como mencionado anteriormente, uma aplicação usual da análise de sensibilidade é usando-a com a análise da estrutura de custos. A fim de exemplificar a aplicação do método de análise de sensibilidade, tome-se a produção de milho para silagem no estado de Goiás, utilizando ensiladeira e de nível tecnológico médio, safra 2020 (Tabela 1). Os dados estão atualizados para junho de 2020. O Custo Operacional Efetivo (COE) foi calculado pelo Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás (IFAG, 2020a). A metodologia de cálculo também é do IFAG (IFAG, 2020b). Por essa metodologia, o custo operacional é o custo de produção, i.e., inclui todos os gastos que o produtor terá ao longo da produção. O custo operacional efetivo inclui os desembolsos, chamados de custos explícitos. Os dados na Tabela 1 referem-se ao resumo dos custos de 1 ha de milho para silagem e o COE organizado por item de custo.

**Tabela 1.** Custo Operacional Efetivo (COE) por hectare, agrupados por item de custo da produção de milho para fins de silagem, Goiás, safra 2020.

| Item de custo              | Valor (R\$) | % do total |
|----------------------------|-------------|------------|
| Mão de obra                | 19,07       | 0,8        |
| Operações com máquinas     | 525,56      | 21,3       |
| Sementes                   | 596,25      | 24,1       |
| Fertilizantes e corretivos | 895,15      | 36,2       |

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

| Item de custo               | Valor (R\$) | % do total |
|-----------------------------|-------------|------------|
| Defensivos                  | 251,90      | 10,2       |
| Outros insumos              | 105,00      | 4,3        |
| Financeiro e administrativo | 77,03       | 3,1        |
| Total do COE                | 2.469, 95   | 100,0      |

Fonte: IFAG (2020a).

Observa-se que os corretivos e fertilizantes figuram como o item de custo de maior peso, seguido, quase empatados (em segundo lugar), por sementes e operações com máquinas.

Foram empregados 250 kg de fertilizante formulado 4-14-8, o que representa 10 kg de N para uma produção estimada de 30 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde. Miranda, Resende e Valente (2002) não recomendam o uso de formulados. Porém, esses mesmos autores admitem como baixa a produção de 34 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde. Assim, 30 t ha<sup>-1</sup> é uma estimativa modesta e compatível com os 10 kg de N presentes no formulado. Miranda et al. (2002) sugerem colocar no plantio de 30 kg ha<sup>-1</sup> a 40 kg ha<sup>-1</sup> de N para alta produtividade, o que, para um híbrido simples, implicaria produção de até 45 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde. Assim, a produção marginal do nitrogênio (PMN) será:

$$PM_N = \frac{(45-30)}{(40-10)} = 0,5 \quad (2)$$

Logo, para cada 1 kg ha<sup>-1</sup> de N adicionado, espera-se um incremento de 0,5 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde. Na planilha do IFAG, a produção de silagem é remunerada a R\$ 130 por tonelada. Desta forma, também se pode interpretar a produção marginal como para cada 1 kg de N a mais, a receita aumenta em R\$ 65 por hectare.

Evidentemente, utiliza-se o pressuposto de *ceteris paribus*, i.e., em que as variáveis do sistema produtivo não incluídas na análise são mantidas constantes. Também se pressupõe que a resposta da planta ao insumo é linear. Na prática, o incremento de N implicaria necessidade de balancear os demais nutrientes oferecidos à planta. No caso de silagem, o K é o macronutriente mais exportado. Seja como for, a forma ideal de se fazer a análise de sensibilidade é levantar a campo os dados de comportamento da produção.

## Escolha de cultivar de milho

Os custos podem ser agrupados de outra forma. Ao invés de itens, pode-se agrupá-los por etapa produtiva. Na Tabela 2, estão os dados agrupados dessa forma para a mesma estimativa de custos do IFAG (2020a).

**Tabela 2.** Custo Operacional Efetivo (COE) por hectare, agrupados por etapa produtiva da produção de milho para fins de silagem, Goiás, safra 2020.

| Item de custo        | Valor (R\$) | % do total |
|----------------------|-------------|------------|
| Pré-plantio          | 199,56      | 8,1        |
| Plantio              | 1.024,93    | 41,5       |
| Condução da lavoura  | 751,57      | 30,4       |
| Colheita             | 180,42      | 7,3        |
| Pós-colheita         | 236,44      | 9,6        |
| Despesas financeiras | 77,03       | 3,1        |
| Total do COE         | 2.469, 95   | 100,0      |

Fonte: IFAG (2020a).

A etapa que incorre em maior custo é a de plantio. Mais de 40% dos custos ocorrem nesta etapa. Na planilha de custos completa, o plantio inclui operação de máquinas, fertilizante e sementes. Desses três itens, sementes é o de maior custo, representando 24,1% do COE total. Esse percentual está inclusive presente na Tabela 1.

Essas informações são importantes pois sugerem que o produtor rural tome especial atenção durante o plantio, pois erros aqui implicam impactos significativos nos custos da atividade. Se, por algum motivo, for necessário ressemar a área, provavelmente a rentabilidade do negócio estará seriamente comprometida. Assim, investir em um bom serviço de previsão do clima para decidir quando plantar talvez seja um bom gasto, por exemplo.

A outra informação interessante é que as sementes comprometem quase um quarto dos custos operacionais. Diferente dos fertilizantes, que tem a sua aplicação fracionada em duas etapas produtivas (plantio e condução da lavoura), a semente é parte de uma operação de ocorrência única. Logo, do ponto de vista gerencial, a semente é uma operação mais delicada que a adubação. Uma decisão sobre sementes pode ser de alto impacto

nos custos. Uma maneira de diminuir esse impacto é a escolha acertada das sementes.

Na Tabela 3, estão listadas algumas sementes de cultivares de milho para silagem. A escolha das cultivares buscou uma variação na produtividade da matéria verde, nas características de exigência nutricional, resistência à seca e tolerância ao frio. Não foi uma escolha específica de cultivares, mas baseada na disponibilidade de informações no mercado do Distrito Federal. A informação importante é a variação de potenciais produtivos e os preços.

**Tabela 3.** Sementes de milho para silagem, seus preços no Distrito Federal (jun. 2020), exigência de fertilizantes, resistência à seca, tolerância ao frio e produtividade de matéria verde.

| Cultivar       | Preço (R\$/sc de 20 kg) | Exig Fert.* | Resist. Seca* | Frio* | Prod. MV (t ha <sup>-1</sup> ) |
|----------------|-------------------------|-------------|---------------|-------|--------------------------------|
| AL Bandeirante | 123,90                  | M           | M             | B     | 30 – 37                        |
| Cativerde 02   | 207,10                  | M           | A             | M     | 50                             |
| BM 207         | 214,89                  | M           | A             | M     | 40 – 50                        |
| 2B655PW        | 427,78                  | M/A         | A             | M     | 40 – 60                        |
| BM3063PRO2     | 480,22                  | M/A         | A             | A     | 45 – 65                        |
| BM709PRO2      | 641,72                  | M/A         | M             | M     | 60 – 70                        |

Fonte: Contato telefônico com fornecedores locais do DF.

\* Baixo (B), Médio (M), Alto (A).

Pode-se calcular a produção marginal da semente (PMS) utilizando os valores dos limites superior e inferior das cultivares da Tabela 3, tanto para a produtividade como para o preço.

$$PM_s = \frac{(70 - 30)}{(641,72 - 123,90)} = 0,08 \quad (3)$$

Para cada um real a mais gasto com sementes, implica um aumento de 80 kg de matéria verde por hectare. Essa afirmação é verdade dentro do conjunto de cultivares listadas na Tabela 3. Novamente, a leitura desse indicador pressupõe todos os demais itens mantidos constantes, bem como uma relação linear entre produção e sementes. Assim, ignora-se o balanço necessário dos fertilizantes, corretivos de solo e controle de pragas e doenças. Alguns



cultivares são mais resistentes a pragas e a doenças ou mais exigentes em nutrientes.

Logo, a decisão de gastar R\$ 100 a mais na compra de sementes implica expectativa de aumento de  $8 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria-verde, se escolhido as sementes da Tabela 3.

## **Análise de risco**

A análise de risco que se propõe a seguir é uma aproximação de risco que pode ser usada na falta de dados suficientes para realizar as inferências probabilísticas.

A primeira análise é feita apenas com a planilha de custos. Algumas perguntas que se pode responder são:

Variações no preço pago pela tonelada de silagem afetam muito o negócio?

A produtividade da semente afeta muito o negócio?

Para responder a estas perguntas, é necessário ir um passo adiante dos custos. É preciso calcular a receita líquida do negócio. Para o presente estudo, os dados de custos usados serão os da Tabela 1. A própria estimativa do IFAG (2020a) define um preço pago pela tonelada de silagem em R\$ 130. Assume também uma produtividade de  $30 \text{ t ha}^{-1}$ . Para o cálculo da produção marginal, será presumida uma produtividade máxima de  $70 \text{ t ha}^{-1}$  (baseada na produtividade da cultivar BM709PRO2 na Tabela 3). Para o preço, será assumido um valor máximo de R\$ 150. Este valor é mencionado pelo CEPEA (2019) para a região de Passos (MG).

A variação na receita líquida do negócio referente à variação entre as sementes de milho de menor e de maior produtividade está na Equação (4). Os dados utilizados no cálculo da Equação (4) estão na Tabela 4.

**Tabela 4.** Receita líquida da produção de 1 ha de milho para silagem para dois níveis de produtividade.

| Produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) | Entrada (R\$) | Saída (R\$) | Receita líquida (R\$) |
|-------------------------------------|---------------|-------------|-----------------------|
| 30                                  | 3.900,00      | 2.496,96    | 1.430,04              |
| 70                                  | 9.100,00      | 2.496,96    | 6.630,04              |

$$RL_{pr} = \frac{(6.630,04 - 1.430,04)}{(70 - 30)} = 130,00 \quad (4)$$

Assim, para cada 1 t ha<sup>-1</sup> a mais de produtividade que a semente proporcione, a rentabilidade líquida aumenta em R\$ 130,00. Se um produtor rural conseguir melhorar a sua produtividade de 30 t ha<sup>-1</sup> para 40 t ha<sup>-1</sup>, a receita líquida quase dobra, passando de R\$ 1.430,04 para R\$ 2.730,04. Essa sensibilidade à produtividade da semente indica um risco elevado para o negócio. Logo, além das sementes terem um peso elevado na estrutura de custos, como visto no item anterior, o seu impacto sobre a rentabilidade do negócio é também elevado. A escolha da cultivar da semente é uma decisão de alto risco.

A variação na receita líquida do negócio referente à variação no preço pago pela tonelada de silagem está na Equação (5). Os dados utilizados no cálculo da Equação (5) estão na Tabela 5.

**Tabela 5.** Receita líquida da produção de 1 ha de milho para silagem para dois níveis de preço de silagem.

| Produtividade (t ha <sup>-1</sup> ) | Entrada (R\$) | Saída (R\$) | Receita líquida (R\$) |
|-------------------------------------|---------------|-------------|-----------------------|
| 130                                 | 3.900,00      | 2.496,96    | 1.430,04              |
| 150                                 | 4.500,00      | 2.496,96    | 2.030,04              |

$$RL_p = \frac{(2.030,04 - 1.430,04)}{(150 - 130)} = 30,00 \quad (5)$$

Cada R\$ 1,00 a mais pago pela tonelada de silagem incrementa em R\$ 30,00 a rentabilidade líquida por hectare. Enquanto na escolha da semente, a obtenção de um aumento de pouco mais de 30% na produtividade quase

dobra a rentabilidade. Por fim, no caso do preço recebido pelo produtor pela tonelada de silagem, um aumento de 30% aumenta em 40% a rentabilidade. Comparativamente à semente, o preço recebido pela silagem tem pouco impacto sobre a receita líquida. Logo, variações no preço recebido envolvem pouco risco para o negócio.

Essas afirmações de risco valem para uma situação em que não existe variação na escala de produção e para um determinado ponto no tempo. O tamanho do negócio implica diluição dos custos fixos, mas amplia o risco como um todo. Mais área implica mais investimentos, mais capital imobilizado e maior probabilidade de reveses. Os custos também variam de ano para ano em decorrência do desgaste dos maquinários, da inflação, do aumento de remuneração da mão de obra e mesmo de novas tecnologias disponíveis.

Pode-se analisar a sensibilidade do negócio envolvendo essas questões de escala e de tempo. Para isso, é preciso elaborar um fluxo de caixa.

Para o presente estudo, foi elaborado um fluxo de caixa a partir da estrutura de custos do IFAG (2020a). Algumas modificações foram introduzidas. A primeira foi calcular a depreciação e o valor de sucata (Anexo I). O valor de sucata refere-se à venda do bem de capital como sucata após atingir a vida útil esperada. Para isso, levantou-se preços das máquinas e implementos, das benfeitorias, utilizou-se os coeficientes técnicos de vida útil e valor de sucata elaborados pela Conab (2010) e estimou-se a área de produção necessária para chegar ao valor de R\$ 137,02 para o item depreciação, valor este que consta nas estimativas da planilha do IFAG. O resultado foi uma área de 350 ha. Esse valor é bastante alto, mas servirá para os fins didáticos dos cálculos aqui propostos. Também se introduziu na planilha do IFAG o item “investimento”, referente aos valores gastos para adquirir os bens de capital, e o item “valor de sucata”. O horizonte do projeto foi estabelecido em 40 anos, referente à vida útil do escritório de alvenaria construído, o bem de capital mais longo. Finalmente, calculou-se os indicadores financeiros de Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Para o cálculo do VPL, utilizou-se a taxa de desconto de 4,34%, que foi a taxa de rendimento da poupança no ano de 2019. Na Figura 1, apresenta-se o fluxo de caixa em forma gráfica.



**Figura 1.** Fluxo de caixa de 1 ha de milho para silagem.

Para uma área de produção de 350 ha, com preço pago pela tonelada de silagem em R\$ 130,00 e produtividade por hectare de 30 t de silagem, o VPL foi -R\$ 478,78 e a TIR obtida foi de 3,5%. O negócio não se mostrou rentável e rendeu menos que uma aplicação em poupança no ano de 2019.

Para verificar qual a sensibilidade da rentabilidade líquida em relação à área plantada de milho, foi calculada arbitrariamente a respectiva rentabilidade para 100 ha de milho. O valor de VPL obtido foi de -R\$ 5.180,35. O resultado da respectiva rentabilidade líquida marginal está na Equação (6).

$$RL_p = \frac{(-478,78 + 5.180,35)}{(350 - 100)} = 18,81 \quad (6)$$

O resultado indica que para cada 1 ha a mais plantado, a rentabilidade líquida aumenta R\$ 18,81. Dado os investimentos envolvidos na produção, o aumento da área é um risco grande frente a um incremento de apenas R\$ 18,81 na receita líquida por hectare.

Em relação à produtividade, para o cálculo, usou-se o limite técnico de 70 t ha<sup>-1</sup> proporcionado pela melhor cultivar da lista da Tabela 3. A respectiva rentabilidade, mantida a área de 350 ha, será de R\$ 93.362,36 por hectare.

$$RL_p = \frac{(93.362,36 + 478,78)}{(70 - 30)} = 2.346,03 \quad (7)$$

O resultado indica que, para cada 1 t ha<sup>-1</sup> a mais de produtividade, ocorre um incremento de R\$ 2.346,03 na rentabilidade líquida por hectare. Esse resultado reforça a importância da atenção na escolha da cultivar e nos tratos culturais para expressão do potencial genético da semente. Logo, o risco de não se obter receita líquida positiva está atrelado à produtividade da lavoura, a qual depende do tipo de semente utilizado.

Novamente, vale a ressalva de que estes resultados de rentabilidade marginal são verdade para as faixas de análise utilizadas nos respectivos cálculos. Faixas diferentes implicarão valores marginais diferentes. Isto acontece porque o fluxo de caixa envolve cálculo de potência, o que faz com que o resultado da rentabilidade não seja de ordem 1, i.e., linear.

Apenas como um exercício de cálculo, o fluxo de caixa se mostrou rentável, com VPL de R\$ 1.211,54 por hectare e TIR de 4,7%, para uma área plantada de apenas 7 ha, mas com produtividade de 70 t ha<sup>-1</sup>.

## Considerações finais

Aproveitando que as análises de custos são bastante populares, a análise de sensibilidade é exequível pelo produtor e a convergência para os resultados é rápida. Auxilia o produtor rural na tomada de decisão em sua propriedade, sem que para isso seja necessário lançar mão de cálculos complexos ou que envolva a necessidade de levantamentos demorados e caros de dados.

Como toda técnica, ela possui limitações. As duas principais são os pressupostos de linearidade e de *ceteris paribus*. Dessa forma, as análises são estáticas e representam um instante do negócio ou uma faixa restrita de análise. Quanto maior a faixa mais erro se introduz na análise, pois se amplia o pressuposto de “tudo mais constante” para um longo período ou se assume uma relação linear que, na prática, não ocorre para longos períodos de observação.

Porém, a ideia da análise de sensibilidade não é ser precisa, mas estabelecer uma métrica prática para a tomada de decisão do dia a dia. Se usada com cuidado, respeitando as limitações anteriormente mencionadas, é uma ferramenta útil para o produtor rural.

## Referências

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, n. 14, p. 1-31, ago./dez. 2008.

CASTRO, C. N. de. Desenvolvimento rural e o Estado Brasileiro. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 21, p. 49-62, jul./dez. 2019.

CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Custos**: leite. Piracicaba: CEPEA: CNA, fev. 2019. 3 p.

COASE, R. H. The Nature of the Firm. **Economica**, v. 4, n. 16, p. 386-405, nov. 1937. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>

CONAB. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. Brasília, DF: 2010. 60 p.

IFAG. INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. **Custos de produção**: estimativa de custo de produção milho silagem. Jun. 2020. Disponível em: <http://ifag.org.br/arquivos/205/2020-06-Junho/1866/Estimativa-de-Custo-de-Producao-Milho-Silagem-JUN20.pdf>>. Acesso em: jul. 2020a.

IFAG. INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. **Metodologia**: estimativas de custo de produção agrícola. Disponível em: <<http://ifag.org.br/arquivos/32/2017-07-Julho/701/Metodologia---Estimativa-de-Custo-de-Producao-Agricola.pdf>>. Acesso em: jun. 2020b.

MIRANDA, J. E. C. de; RESENDE, H.; VALENTE, J. de O. **Plantio de milho para silagem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. 8 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 27).

ROSSETTI, J. P. **Introdução à Economia**. 21. ed. São Paulo: Atlas, 2016. 1024 p.

SAMUELSON, P. A.; NORDHAUS, W. D. **Economia**. 19. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2012. 672 p.

VASCONCELLOS, M. A. S. de. **Economia Micro e Macro**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 480 p.

## Anexo I. Cálculo de depreciação dos bens de capital para a produção de milho para silagem.

| Bem de capital                         | VU <sup>(1)</sup><br>(anos) | VR <sup>(2)</sup> (%) | Preço <sup>(3)</sup> | VS <sup>(4)</sup> | Depreciação |
|--|-----------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-------------|
| Trator 85 HP                           | 10                          | 20                    | 80.849,00            | 16.169,80         | 6.467,92    |
| Trator 135 HP                          | 10                          | 20                    | 215.333,00           | 43.066,60         | 17.226,64   |
| Adubadeira disco duplo                 | 10                          | 5                     | 7.382,00             | 369,10            | 701,29      |
| Calcareador 5.000 kg                   | 10                          | 5                     | 14.316,00            | 715,80            | 1.360,02    |
| Plantadeira 8 linhas                   | 15                          | 20                    | 49.800,00            | 9.960,00          | 2.656,00    |
| Pulverizador 600 L                     | 8                           | 5                     | 7.467,00             | 373,35            | 886,71      |
| Ensiladeira                            | 12                          | 5                     | 220.000,00           | 11.000,00         | 17.416,67   |
| Carreta 4 rodas                        | 15                          | 5                     | 4.963,00             | 248,15            | 314,32      |
| Escritório alvenaria 20 m <sup>2</sup> | 40                          | 20                    | 4.800,00             | 960,00            | 96,00       |
| Galpão madeira 200 m <sup>2</sup>      | 25                          | 20                    | 26.000,00            | 5.200,00          | 832,00      |

<sup>(1)</sup> Vida útil, valores obtidos em Conab (2010).

<sup>(2)</sup> Valor residual, valores obtidos em Conab (2010).

<sup>(3)</sup> Preço obtido na praça de Goiás, contato telefônico.

<sup>(4)</sup> Valor de sucata, obtido pela aplicação do VR % sobre o preço do bem.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

