

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DIEGO SIEDEL BERTOLINI

ANÁLISE SOBRE A UTILIZAÇÃO DE OPÇÕES COMO ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO
NO PREÇO DO MILHO PARA PRODUTORES DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

CURITIBA

2023

DIEGO SIEDEL BERTOLINI

ANÁLISE SOBRE A UTILIZAÇÃO DE OPÇÕES COMO ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO
NO PREÇO DO MILHO PARA PRODUTORES DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de MBA em Gestão do Agronegócio, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Paulo Eduardo Bonetti

CURITIBA

2023

Análise sobre a utilização de opções como estratégia de proteção no preço do milho para produtores da região oeste do Paraná

Diego Siedel Bertolini

RESUMO

Este trabalho aborda a utilização de opções como estratégia de proteção no preço do milho para produtores agrícolas na região oeste do Paraná. Sabe-se que o setor agrícola enfrenta constantes desafios em relação à volatilidade dos preços das *commodities*, como o milho, soja, entre outros. Nesse contexto, como essas variações influenciam diretamente nos resultados financeiros dos produtores, surgem as opções como uma alternativa viável para mitigar tais riscos. Assim, a eficácia das opções como ferramenta de proteção de preços para produtores de milho na região oeste do Paraná é debatida aqui. Para isso, foram coletados dados históricos de preços do milho e realizadas diferentes operações de opções disponíveis no mercado. Pode-se dizer que os resultados revelaram que a utilização de opções pode ser uma estratégia eficiente para proteger os produtores contra quedas acentuadas nos preços do milho, oferecendo-lhes a possibilidade de fixar um preço mínimo para suas safras. Além disso, observou-se que as opções também permitem aos produtores aproveitarem as altas nos preços, mantendo flexibilidade para vender suas colheitas a preços mais favoráveis. Assim, os produtores podem também gerir melhor os riscos, aumentar a rentabilidade e promover a estabilidade econômica na região.

Palavras-chave: Opções. Proteção. Milho. Oeste do Paraná.

ABSTRACT

This work addresses the use of options as a price protection strategy for corn producers in the western region of Paraná, Brazil. It is well-known that the agricultural sector faces constant challenges regarding the volatility of commodity prices, such as corn, soybeans, among others. In this context, as these variations directly influence the financial results of producers, options emerge as a viable alternative to mitigate such risks. Thus, the effectiveness of options as a price protection tool for corn producers in the western region of Paraná is discussed here. For this purpose, historical corn price data were collected, and different options transactions available in the market were carried out. It can be stated that the results revealed that the use of options can be an efficient strategy to protect producers against sharp declines in corn prices, offering them the possibility to set a minimum price for their crops. Additionally, it was observed that options also enable producers to take advantage of price increases, maintaining flexibility to sell their harvests at more favorable prices. Thus, producers can also better manage risks, increase profitability, and promote economic stability in the region.

Keywords: Options. Protection. Corn. Western Paraná.

1 INTRODUÇÃO

A volatilidade dos preços das *commodities*, como o milho, é um desafio constante para os produtores agrícolas e pode ter um impacto significativo em seus resultados financeiros. Nesse contexto, as opções surgem como uma alternativa viável para mitigar os riscos associados às flutuações de preços do milho. Este trabalho tem como objetivo discutir a eficácia das opções como uma ferramenta de proteção de preços para os produtores de milho na região oeste do Paraná.

Inicialmente, é apresentada brevemente a história do milho no contexto de seu cultivo no cenário local e global. Apesar da produção desse cereal ter crescido significativamente, impulsionada por avanços genéticos, tecnologia agrícola e condições climáticas favoráveis, os produtores estão expostos à volatilidade dos preços do milho, o que pode afetar sua rentabilidade e estabilidade econômica. Para lidar com essa volatilidade, os produtores podem recorrer ao mercado de opções, que se oferecem como uma maneira de se proteger da volatilidade nos preços do milho, permitindo aos produtores fixarem um preço mínimo para suas safras. Além disso, as opções oferecem a flexibilidade de aproveitar os aumentos nos preços, oferecendo uma estratégia mais abrangente de gerenciamento de riscos. Também, são discutidos os conceitos fundamentais do mercado de opções, incluindo o funcionamento das opções de compra (*call*) e de venda (*put*) e o cálculo do prêmio justo das opções bem como o modelo de Black & Scholes, que descreve como calcular o prêmio justo das opções. Na sequência, são apresentados os trabalhos relacionados que demonstram a aplicação prática de estratégias de proteção de preços do milho usando opções, provando como os produtores podem se beneficiar da utilização de opções para mitigar os riscos de volatilidade de preços.

Após isso, é descrita a metodologia utilizada na pesquisa, sendo centrada na safra de inverno, que é a principal época de produção de milho na região oeste do Paraná. A metodologia envolve a coleta de dados de preços do milho e custos associados às opções, bem como a análise de diferentes cenários de proteção de preços. O objetivo é avaliar a viabilidade do uso de opções como medida de proteção e determinar como essa estratégia poderia influenciar os resultados financeiros dos produtores. Por fim, serão apresentados os resultados da pesquisa. Através da análise de diferentes cenários e simulações, são extraídas conclusões sobre a eficácia das opções como ferramenta de proteção de preços para os produtores de. Os

resultados são comparados com um ponto de equilíbrio, permitindo uma avaliação abrangente da estratégia de proteção de preços usando opções.

Em suma, este estudo deve contribuir para a compreensão das implicações econômicas e financeiras da utilização de opções como estratégia de proteção de preços para os produtores de milho, de forma que possam tomar decisões mais informadas e eficazes para gerenciar os riscos associados à volatilidade dos preços do milho, promovendo a estabilidade econômica na região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

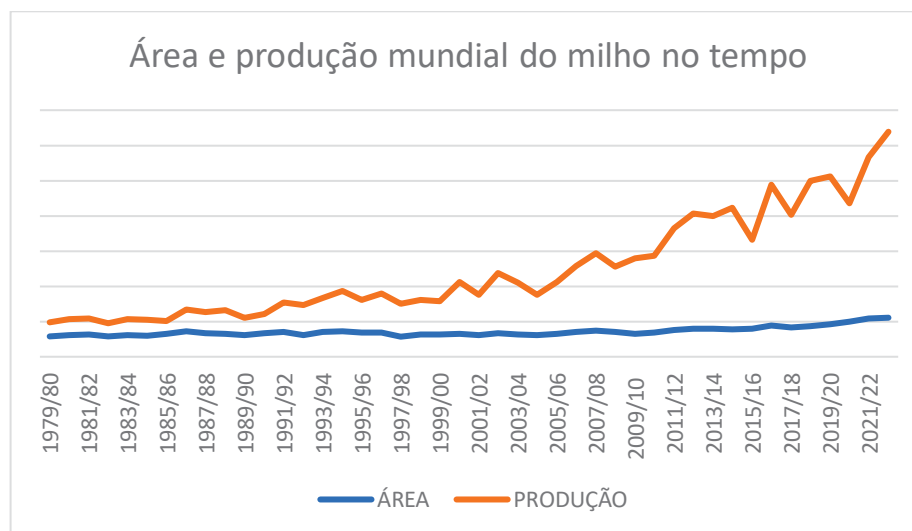
2.1 O CULTIVO DO MILHO

A história do milho teve início nas antigas civilizações da América há cerca de 10.000 anos. Devido à sua viabilidade e competitividade de cultivo, com a descoberta das Américas, o cultivo deste grão se espalhou rapidamente pela Europa, Ásia e África (García-lara & Serna-saldivar, 2019). Assim, se tornou uma das culturas mais relevantes no mundo, sendo amplamente utilizado nas mais diversas formas. Entre elas, estão a alimentação (tanto animal quanto humana) e matéria-prima para a indústria (conversão para alimentos, bebidas, bioenergia e derivados), sendo a primeira a maior parte do consumo desse cereal (Embrapa, 2021). Nesse contexto, o milho emerge como uma *commodity* de extrema importância econômica, desempenhando um papel significativo tanto no consumo interno quanto na exportação, e exercendo influência significativa no PIB de diversos países, como Brasil, EUA, entre outros. Sua crescente relevância na produção global de cereais fez com que se integrasse à culinária típica de várias nações e contribuísse para segurança alimentar mundial (Pereira Filho & Borghi, 2022).

De acordo com as estimativas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção global de milho na safra 2023/2024 é projetada para ultrapassar 1,2 bilhão de toneladas. No Brasil, os mais de 22 milhões de hectares destinados ao cultivo de milho devem gerar mais de 127 milhões de toneladas do alimento na temporada 2022/2023. Com isso, o país se consolida como o maior exportador do produto e deve ter o grão como principal cultura nos próximos 10 anos. Nesse sentido, o Gráfico 1 traçado com a série histórica do milho de 2ª safra da Conab, mostra um notável avanço na produtividade do milho ao longo do tempo, com pouca

alteração de área e aumento significativo da produção. Pode-se dizer que isso se deu por melhorias genéticas, monitoramento agrícola e uso de tecnologias, como agrotóxicos, entre outros fatores.

GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DA ÁREA E PRODUÇÃO MUNDIAL DO MILHO NO TEMPO



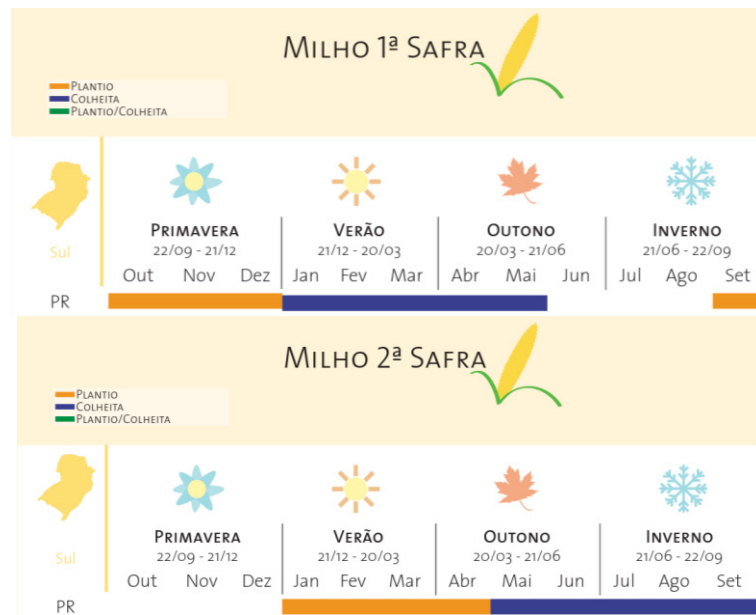
FONTE: Conab (2022).

Com o aprimoramento genético das variedades cultivadas, o milho tem se tornado mais resistente a pragas e doenças e ainda mais versátil quanto às variações nas condições climáticas. Além disso, a utilização de tecnologias avançadas, como o monitoramento agrícola por meio de drones e sensores, tem permitido aos agricultores uma gestão mais precisa e eficiente das lavouras, possibilitando a identificação precoce de problemas e a aplicação direcionada de insumos, como fertilizantes e agrotóxicos. Os agrotóxicos, apesar de serem controversos, também têm desempenhado um papel fundamental no aumento da produtividade agrícola, protegendo as plantações contra pragas e ervas daninhas, garantindo a colheita de quantidades significativas de milho (Pereira & de Castro, 2022).

No tangente às safras de milho (época de plantio e colheita da lavoura), os produtores brasileiros podem produzir até três safras por ano a depender da região, tornando o país o único entre os grandes produtores a colher este número de safras. Desta forma, o país é capaz de produzir milho o ano todo por conta de sua ampla variedade de climas e solos, fazendo com que diferentes regiões cultivem o milho em períodos distintos. Conforme o calendário de plantio e colheita de grãos no Brasil de 2022 apresentado pela Conab na Figura 1, no Paraná, estado que serve de base para esse estudo, são realizadas apenas duas safras no ano. A primeira tem seu plantio entre os meses de setembro e dezembro com a colheita acontecendo entre janeiro e

maio. A segunda, por sua vez, conhecida como “safrinha”, é plantada durante o verão (de janeiro a abril) e colhida entre outono ou inverno (maio a setembro). Antigamente, a primeira era mais produtiva e rentável e a segunda era vista como uma estratégia inteligente para aumentar a produção, uma vez que aproveitava as áreas que foram cultivadas anteriormente com outras culturas, otimizando o uso da terra e dos recursos disponíveis (Shioga, 2009).

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DAS ÉPOCAS DE PLANTIO E COLHEITA DAS SAFRAS DO MILHO NO PARANÁ.



FONTE: Conab (2022).

No entanto, atualmente, a safrinha que servia como um cereal de rotação de lavoura se tornou tão rentável e importante quanto a soja, produzindo 3 vezes mais que a safra de verão. Segundo o governo do estado, o Paraná em 2023 deve representar 15% do total da safra brasileira de milho, rendendo 18,2 milhões de toneladas previstas com a primeira e a segunda safra. Ou seja, o milho tem importância e representatividade significativa para a região e influencia diretamente na geração de renda e riqueza dos produtores.

2.2 MERCADO DE OPÇÕES

Apesar do que foi abordado anteriormente, muitos produtores sofrem com as oscilações do preço do milho. Mesmo com a safra de milho recorde em 2023 e com a maior produtividade média dos últimos anos, o produtor pode ter resultados

financeiros não atrativos por um problema de caixa, gerado pela volatilidade do preço do milho. Para isso, podem ser adotadas estratégias de *hedge* por meio de opções, que basicamente são formas de proteção ou cobertura contra os movimentos adversos de preços do ativo com o qual se trabalha, protegendo o caixa do produtor. Basicamente, as opções são uma espécie de seguro de preço na Bolsa, dando o direito de comprar ou vender o produto por um preço fixado antecipadamente, não se caracterizando como uma obrigação. Quando se trata de comprar, é utilizado o termo *call*, já quando se trata de um direito de vender, é chamado de *put*. Assim, o valor que o agente define no contrato será o valor que ele receberá no vencimento, não importando se o preço no mercado físico ficou maior ou menor que o pré-estabelecido (Pfützenreuter, 2008).

Ou seja, o cálculo do prêmio justo das opções se torna extremamente relevante para os tomadores de decisão. Nesse sentido, tem-se o modelo de Black & Scholes que consiste em um conjunto de equações que dão ao investidor o prêmio justo de determinada opção para um determinado cenário. Algumas das variáveis inseridas nas equações do modelo são o preço do ativo-objeto, o preço de exercício, a volatilidade do ativo-objeto, a taxa de juros, os dias para o vencimento, os dividendos esperados e a modalidade da opção (*call* ou *put*). Além disso, o modelo oferece informações sobre como o prêmio se comporta quando uma das variáveis é alterada, mantendo as outras constantes - essas informações são chamadas de "gregas". As letras gregas são derivadas da função de precificação das opções e fornecem informações sobre as taxas de variação do prêmio em relação a diferentes variáveis. As principais gregas incluem o Delta, referente à variação do prêmio em relação ao preço do ativo subjacente, o Gamma, relacionado à variação do delta em relação ao preço do ativo subjacente, o Theta, que trata do decaimento do prêmio em relação ao tempo, a Vega, relacionada à variação do prêmio em relação à volatilidade e por fim, o Rho, que é a variação do prêmio em relação à taxa de juros (Bradesco Corretora, 2022).

Outro conceito importante nas opções é quanto a observação da diferença entre o preço de exercício e o preço do ativo no mercado à vista. Nesse contexto, são 3 divisões possíveis: no dinheiro, dentro do dinheiro e fora do dinheiro. A primeira se dá quando o preço do ativo subjacente é igual ou suficientemente próximo ao preço de exercício e atualmente para um prazo aproximado de 6 meses varia entre 3 e 4% do preço. A segunda no caso de uma *put*, por sua vez, é referente ao momento no

qual o preço do ativo no mercado à vista estiver abaixo do preço de exercício do vencimento da opção e quanto maior o valor, mais cara é a opção. Por fim, a última categoria é quando o preço do ativo está acima do seu preço de exercício, sendo a mais barata (Hull, 2005).

Dado esse contexto, propõe-se uma análise da estratégia de utilização do milho, especificamente para produtores da região oeste do Paraná. Será realizada uma avaliação da precificação do custo mínimo para o produtor, seguida pela definição da estratégia a ser adotada para as precificações, considerando diversas variáveis que impactam no preço. Será utilizado um histórico de precificação de opções para identificar o custo final da opção e avaliar os possíveis resultados para o produtor, levando em conta o custo de oportunidade, a rentabilidade e a precificação do resultado da operação. Além disso, será feita uma comparação financeira entre a realização ou não realização da operação, visando determinar a alternativa mais vantajosa para o produtor.

2.3 TRABALHOS RELACIONADOS

Em seu artigo “*hedge* de milho com opções”, Caffagni faz uma análise em torno da utilização de opções como forma de proteção utilizando cenários fictícios para melhor compreensão do leitor. No texto, o autor trouxe como exemplo um produtor mato-grossense com 500 hectares de produção do milho safrinha e quanto uma variação mesmo pequena no preço do milho pode impactar seus resultados. Assim, apesar de ser possível estabilizar o resultado por meio de vendas futuras, esta fixação antecipada do preço pode ser bastante desvantajosa caso o preço de mercado à vista esteja acima do que foi combinado. Desta maneira, a utilização de opções se apresenta como solução parcial deste impasse. Para os produtores de qualquer região brasileira, o autor ressalta que a média de diferença entre o preço de sua região de produção e o preço cotado na B3 para realizar operações na bolsa deve ser conhecida, sendo esse valor de R\$ 16,60/saca no período de 2020 a 2022 para o estado do Mato Grosso. Ou seja, na prática, segundo Caffagni deve-se entrar em contato com um corretor participante da Câmara de Compensação da B3 para realizar as operações.

“Um dos métodos de avaliação consiste no seguinte raciocínio: considere que, em 23 de fevereiro último, o preço do milho para setembro estava negociando ao redor de R\$ 87,70/saca. Para comprar uma PUT pelo strike igual ao preço futuro, o prêmio seria muito caro. Diante disso, o produtor aceita fazer um *hedge* utilizando contrato de opções ao preço de R\$ 80,00/saca, pagando R\$ 1,50/saca. Com isso, o produtor estabelece, na B3, um preço mínimo de venda de R\$ 78,50/saca (R\$ 80,00/saca - R\$ garantindo um preço mínimo de venda de R\$ 61,90/saca (R\$ 78,50/saca - R\$ 16,60 saca) na sua região de produção. Abaixo de R\$ 78,50/saca, o produtor está protegido, mas, se o preço do milho subir, ele ganha com a alta do mercado à vista”. (CAFFAGNI, 2023).

O artigo "Contratos de Opções de Milho" de Perobelli, publicado em junho de 2006 na revista *Agroanalysis*, aborda o conceito e o funcionamento de opções como contratos derivativos. Basicamente, os titulares das opções têm o direito de comprar ou vender o ativo subjacente a um preço fixo (preço de exercício), mediante o pagamento de um prêmio. É abordado como exemplo um pecuarista que compra uma opção de compra de milho para garantir o preço de compra. Se o preço do milho no mercado superar o preço de exercício, o titular pode exercer a opção e adquirir o milho a um preço mais baixo. O vendedor da opção, também conhecido como lançador, tem a obrigação de cumprir o contrato se for exercido. As opções podem ser americanas (exercidas a qualquer momento), europeias (exercidas apenas no vencimento) ou asiáticas (com critérios próprios). O valor do prêmio da opção é negociado entre as partes e é calculado considerando diversos fatores, como o preço do ativo, preço de exercício, taxa de juro, volatilidade e tempo.

3 METODOLOGIA

Aqui será delineada a abordagem metodológica adotada para a análise proposta neste estudo. A análise concentrará sua atenção na safra de inverno, uma vez que atualmente essa estação compreende a maior parcela da produção, conforme a Conab. A perspectiva adotada será a do produtor, o agente central nas tomadas de decisão, focalizando especificamente na utilização de opções no momento do plantio do milho. Com o intuito de atender a essa finalidade, optou-se por tomar como ponto de partida o mês de março, uma vez que essa época corresponde aos períodos de plantio característicos dessa cultura. Coincidindo com essa mesma fase, procedemos à coleta de informações referentes ao preço do milho e aos custos associados às opções disponíveis. Assim, o histórico do preço do milho em março de 2023 é

examinado, bem como o custo associado à aquisição de uma opção nesse período e o valor que essa opção teria no mês de setembro do mesmo ano.

Para fornecer uma representação prática, consideremos o cenário em que um produtor da região de Londrina, tomou a decisão de realizar o plantio. Aqui cabe ressaltar que por mais que esse estudo esteja se referindo à região oeste, na qual a referência produtiva deveria ser Cascavel, essa região é um grande consumidor deste produto, não havendo uma formação de preço clara para o milho na região. Nesse contexto, o preço da praça de Londrina foi adotado porque é determinado pelo índice da B3. Assim sendo, na época descrita, o preço do milho na B3 era estabelecido em um determinado valor, assim como o custo associado à aquisição de opções. No decorrer do período, as condições do mercado mudaram, influenciando o valor atual do milho, trazendo implicações financeiras decorrentes das escolhas tomadas, demonstrando a interação complexa entre os elementos do mercado e as decisões do produtor. Neste cenário, com base nos dados coletados e nas simulações realizadas, será possível extrair uma conclusão relativa à viabilidade do uso de opções como medida de proteção. Especificamente, a análise visa determinar a margem de proteção por hectare que teria sido alcançada caso uma opção tivesse sido adquirida.

Dessa forma, considerando a escala da safra, o posicionamento do Brasil no mercado de milho e os custos estimados de produção pela Conab, examinaremos como a adoção de opções teria influenciado o resultado financeiro. Os resultados obtidos serão comparados com um ponto de equilíbrio, permitindo avaliar a eficácia dessa estratégia em mitigar a volatilidade de preços e potencialmente melhorar a rentabilidade do produtor.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, vamos explorar os aspectos principais que desempenham um papel fundamental na avaliação do desempenho econômico da utilização das opções de milho de verão na safra 2022/2023. Para ilustrar esses conceitos, realizaremos uma criação de cenários semelhante às discutidas em trabalhos relacionados.

4.1 VOLATILIDADE DOS PREÇOS

Conforme os dados do Cepea expostos no Quadro 1, no período de análise, o preço do milho BM&FBOVESPA saiu de R\$ 84,88 em março, segundo o Cepea, e chegou a R\$ 53,32 em agosto. Traçando um gráfico do preço do milho no Gráfico 2, há de se ressaltar que houve uma grande queda no preço em 2023, evidenciando que a compreensão da sazonalidade nos preços é fundamental para encontrar a melhor estratégia para o produtor.

QUADRO 1 – PREÇO MÉDIO MENSAL DO MILHO POR SACAS DE 60 KG NO ANO DE 2023

Mês	Preço
Janeiro	R\$ 86,11
Fevereiro	R\$ 85,74
Março	R\$ 84,88
Abril	R\$ 74,85
Maiο	R\$ 58,16
Junho	R\$ 55,04
Julho	R\$ 54,98
Agosto	R\$ 53,34

FONTE: Cepea (2023).

No entanto, essa volatilidade não foi uma ocorrência isolada no mercado de *commodities* agrícolas. Os preços das *commodities* são influenciados por uma série de fatores, incluindo condições climáticas imprevisíveis, flutuações na demanda global, políticas governamentais, avanços tecnológicos e até mesmo eventos geopolíticos. No caso específico do milho, as variações de preço podem ser ainda mais acentuadas devido à sua ampla gama de aplicações, desde alimentação animal até a produção de biocombustíveis e produtos industrializados. Isso faz com que os produtores e outros participantes do mercado estejam constantemente lidando com um ambiente de incerteza, onde a capacidade de antecipar e se adaptar a essas mudanças se torna essencial para garantir a saúde financeira dos negócios.

GRÁFICO 2 – PREÇO À VISTA DO MILHO POR SACAS DE 60 KG JULHO DE 2018 A AGOSTO DE 2023.



FONTE: Cepea (2023).

Além disso, a volatilidade dos preços do milho pode impactar não apenas os produtores, mas também toda a cadeia agroindustrial e os consumidores finais. Flutuações abruptas nos preços podem levar a desafios na tomada de decisão para os produtores, que precisam escolher o momento adequado para vender suas colheitas ou adquirir insumos. Na indústria alimentícia, variações nos preços do milho podem influenciar os custos de produção de uma ampla variedade de produtos, desde alimentos para animais até itens presentes em prateleiras de supermercados. Essa dinâmica ressalta a importância não apenas de compreender os fatores que impulsionam a volatilidade, mas também de desenvolver estratégias de gestão de risco que possam ajudar a mitigar os impactos adversos dessas flutuações de preço.

4.2 CRIAÇÃO DO CENÁRIO DE OPERAÇÃO

Uma vez que a análise a ser realizada neste trabalho é relacionada à segunda safra, os meses de interesse são o de plantio (janeiro a abril) e de colheita (maio a setembro), conforme apresentado na Figura 1. Neste estudo, consideraremos um produtor que tenha cultivado uma área de 500 hectares (ha) destinada à produção de milho no período compreendido entre março e agosto de 2023. Os dados de custo e produtividade utilizados serão baseados nos valores fornecidos pela Conab para a região de Londrina/PR durante a segunda safra de 2023, conforme apresentado no

anexo I. Os valores utilizados para análise estão apresentados no Quadro 1 e se referem a uma produtividade média de 5.700,00 kg/ha ou 95 sc/ha.

QUADRO 2 – VALORES DE CUSTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO PARA A 2ª SAFRA DE 2023/23

Discriminação	R\$/ha	R\$/sc
Custo variável (CV)	5.209,4800	54,8366
Custo fixo (CF)	1.716,5500	18,0690
Total de renda de fatores (RF)	1.616,5800	17,0166

FONTE: Conab (2023).

Cabe ressaltar que como a opção é uma operação no preço e não na produção, seu custo não deve ser somado aos custos de produção. Assim, para esses valores, é realizada uma análise para a opção no dinheiro, dentro do dinheiro e fora do dinheiro, conforme abordado na seção 2.2. Os valores utilizados para cada categoria serão semelhantes ao que é praticado no mercado de opções, conforme o Quadro 2. O preço executado tem como base o preço do milho em março, sendo que dentro e fora do dinheiro seriam R\$10,00 a mais ou a menos por saca, respectivamente.

QUADRO 3 – VALORES PARA CADA CATEGORIA DE OPÇÕES

Opção	Taxa	Preço executado (R\$/sc)
No dinheiro	3,5%	84,88
Dentro do dinheiro	10%	94,88
Fora do dinheiro	1%	74,88

FONTE: Autoria própria (2023).

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nos valores apresentados na seção anterior, será analisado se valeria a pena ter comprado ou não uma opção de venda (*put*) no mês de março para colheita no mês de agosto. Para isso, serão calculados alguns parâmetros de rentabilidade do produtor, como margem bruta, margem líquida e lucratividade para cada uma das 3 categorias com opções (no dinheiro, dentro do dinheiro e fora do dinheiro) e sem opções. Com base nos dados do anexo I, tem-se que o custo variável é composto pela soma do total das despesas de custeio, do total das outras despesas e o total das despesas financeiras. O custo fixo é a soma do total das depreciações e do total de outros custos fixos. Somando esses dois custos, tem-se o custo operacional. Adicionando nesse valor o total de renda de fatores, temos o custo total. Essa descrição está explícita no Quadro 4, na sequência.

QUADRO 4 – VALORES PARA CADA CATEGORIA DE OPÇÕES

Opção	Fórmula	Fórmula aplicada	Custo (R\$/ha)	Custo (R\$/sc)
Custo Operacional (CO)	CV + CF	5.209,4800 + 1.716,5500	6.926,0300	72,9056
Custo Total (CT)	CO + RF	6.926,0300 + 1.616,5800	8.542,6100	89,9222

FONTE: Autoria própria (2023).

Com isso em mente, pode-se calcular os parâmetros de rentabilidade do produtor, que fornecem uma análise abrangente da rentabilidade em operações agrícolas. A Receita Bruta reflete o potencial de ganho por hectare, enquanto a Margem Bruta revela o retorno antes dos custos fixos. A Margem Líquida oferece uma visão do ganho líquido após a consideração de todos os custos, e o Lucro, por fim, representa o resultado global do empreendimento.

QUADRO 5 – FÓRMULAS DOS PARÂMETROS DE RENTABILIDADE

Rentabilidade	Fórmula
Receita Bruta (RB)	Produtividade média (sc/ha) * Preço de venda (R\$/sc)
Margem Bruta (MB)	RB – CO
Margem Líquida (ML)	RB – CT
Lucro (L)	ML * ha

FONTE: Autoria própria (2023).

Assim, tem-se o seguinte Quadro 6 relacionado aos parâmetros de rentabilidade para cada categoria. Desta maneira, essa análise minuciosa e abrangente fornecerá uma visão extraordinariamente clara da rentabilidade potencial em cada cenário, capacitando o produtor a tomar uma decisão extremamente informada e estratégica sobre a aquisição de opções de venda para a colheita em agosto.

QUADRO 6 – PARÂMETROS DE RENTABILIDADE PARA TODAS AS CATEGORIAS

Categoria	Rentabilidade	Fórmula aplicada (ha)	Resultado (ha)	Resultado (sc)
No dinheiro	Receita Bruta	$95 * [84,88 * (100\% - 3,5\%)]$	7.781,3740 R\$/ha	81,9092 R\$/sc
	Margem Bruta	$7.781,3740 - 6.926,0300$	855,3440 R\$/ha	9,0036 R\$/sc
	Margem Líquida	$7.781,3740 - 8.542,6100$	-761,2360 R\$/ha	-8,0130 R\$/sc
	Lucro	$-761,2360 * 500$	R\$ - 380.618,00	
Dentro do dinheiro	Receita Bruta	$95 * [94,88 * (100\% - 10\%)]$	8.112,2400 R\$/ha	85,3920 R\$/sc
	Margem Bruta	$8.112,2400 - 6.926,0300$	1186,2100 R\$/ha	12,4864 R\$/sc
	Margem Líquida	$8.112,2400 - 8.542,6100$	-430,3700 R\$/ha	-4,5302 R\$/sc
	Lucro	$-430,3700 * 500$	R\$ - 215.185,00	
Fora do dinheiro	Receita Bruta	$95 * [74,88 * (100\% - 1\%)]$	7.042,4640 R\$/ha	74,1312 R\$/sc
	Margem Bruta	$7.042,4640 - 6.926,0300$	116,4340 R\$/ha	1,2256 R\$/sc
	Margem Líquida	$7.042,4640 - 8.542,6100$	-1.500,1460 R\$/ha	-15,7910 R\$/sc
	Lucro	$-1.500,1460 * 500$	R\$ - 750.073,00	
Sem opções	Receita Bruta	$95 * 53,34$	5.067,3000 R\$/ha	53,3400 R\$/sc
	Margem Bruta	$5.067,3000 - 6.926,0300$	-1.858,7300 R\$/ha	-19,5656 R\$/sc
	Margem Líquida	$5.067,3000 - 8.542,6100$	-3.475,31 R\$/ha	-36,5822 R\$/sc

Categoria	Rentabilidade	Fórmula aplicada (ha)	Resultado (ha)	Resultado (sc)
	Lucro	$-3.475,31 * 500$		R\$ - 1.737.655,00

FONTE: Autoria própria (2023).

Com base nos resultados obtidos no trabalho, a safra de milho na região de Londrina, em média, não foi lucrativa para os produtores. No entanto, é importante destacar que os custos se baseiam nos dados da Conab e podem não refletir a situação de todos os produtores. Cada caso deve ser analisado individualmente, pois a lucratividade varia dependendo da produtividade e dos custos de cada produtor. Uma abordagem adicional seria a análise de custos operacionais isoladamente, que deve produzir resultados mais positivos. Com isso, embora os resultados apresentados sejam negativos, é possível melhorá-los aumentando a produtividade e ajustando os custos de capital de forma apropriada. Dito isso, em todas as categorias analisadas houve rentabilidade negativa. Outro aspecto a se observar é que a cada R\$ 5,00/saca de variação no preço, o resultado desse produtor oscila em R\$ 237.500,00. Além disso, nota-se que para as condições analisadas neste trabalho, o pior resultado com as opções foi da categoria fora do dinheiro. Apesar disso, a diferença entre ela e a categoria sem opções foi de R\$ 987.582,00. Ou seja, sem a proteção com opções, o resultado do produtor foi extremamente comprometido devido à variação do preço. Em relação ao melhor resultado de todos, deve-se destacar a opção dentro do dinheiro, que apesar de altas taxas, se apresentou com a maior rentabilidade. Em relação ao ponto de equilíbrio, tem-se o valor do custo total, de R\$ 89,9222.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se propôs a analisar a eficácia das opções como ferramenta de proteção de preços para os produtores de milho na região oeste do Paraná, em face da constante volatilidade dos preços das *commodities*, especialmente do milho. Inicialmente, foi apresentado o contexto histórico e global do cultivo do milho, destacando sua importância econômica e sua ampla gama de aplicações. Foi ressaltado o papel significativo do milho na economia brasileira, com o país consolidando-se como um dos maiores produtores e exportadores mundiais desse cereal. Na sequência, as opções foram apresentadas como um meio dos produtores estabelecerem um preço mínimo para suas safras e proporcionarem uma

estratégia mais abrangente de gerenciamento de riscos. O funcionamento das opções de compra (*call*) e de venda (*put*) foi explicado, assim como o cálculo do prêmio justo das opções com base no modelo de Black & Scholes.

Foram apresentados trabalhos relacionados que demonstraram a aplicação prática de estratégias de proteção de preços do milho usando opções, evidenciando os benefícios que os produtores podem obter ao utilizar essa ferramenta para mitigar os riscos de volatilidade de preços. A metodologia adotada na pesquisa concentrou-se na safra de inverno, que representa a principal época de produção de milho na região oeste do Paraná. A coleta de dados de preços do milho e custos associados às opções, juntamente com a análise de diferentes cenários de proteção de preços, possibilitou a avaliação da viabilidade do uso de opções como medida de proteção. Os resultados obtidos demonstram a importância da utilização de opções como estratégia de proteção de preços. As simulações realizadas permitiram uma avaliação abrangente da estratégia de proteção de preços usando opções, revelando diferenças significativas nos resultados financeiros para cada categoria de opção.

Em suma, este estudo contribui para a compreensão das implicações econômicas e financeiras da utilização de opções como estratégia de proteção de preços para os produtores de milho na região oeste do Paraná e serve como ferramenta para balizamento de informação. Ao fornecer informações embasadas em dados reais e simulações, os produtores estarão mais bem preparados para tomar decisões informadas e eficazes na gestão dos riscos associados à volatilidade dos preços do milho, promovendo assim a estabilidade econômica na região.

REFERÊNCIAS

- BRADESCO. **Apostila de Opções.** 2022. Disponível em: https://www.bradescoCorretora.com.br/BradescoCorretora/static_files/portal/files/gdc/Apostila_Opcoes.pdf. Acesso em: 07 set. 2023.
- CAFFAGNI, Luiz Cláudio. **Hedge de milho com opções.** AgroANALYSIS, v. 43, n. 03, p. 26-27, 2023.
- CONAB. **Série histórica do milho 2ª safra.** 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/910-Milho>. Acesso em: 07 set. 2023.
- CONAB. **Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil 2022.** 2022. Disponível em: https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/outras-publicacoes/item/download/45710_77f0a5ee35e765e2248999f4c61e70c8. Acesso em: 07 set. 2023.
- CONAB. **Série histórica do custo de produção do milho 2ª safra.** 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/821-milho>. Acesso em: 07 set. 2023.
- EMBRAPA. **Importância socioeconômica do milho.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 24 jul. 2023.
- GARCÍA-LARA, Silverio; SERNA-SALDIVAR, Sergio O. **Corn history and culture.** Corn, p. 1-18, 2019.
- GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Safra de grãos 2022/2023 no Paraná pode chegar a 47,12 milhões de toneladas.** 27/04/2023. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Noticia/Safra-de-graos-20222023-no-Parana-pode-chegar-4712-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 26/07/2023.
- HULL, John C. **Fundamentos dos Mercados Futuros e de Opções.** BM&F Brasil, 2005.
- PEROBELLI, Fabiana Salgueiro. **Contratos de opções de milho.** AgroANALYSIS, v. 26, n. 6, p. 18-19, 2006.
- PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Cultivares de milho para safra 2022/2023.** 2022.
- PEREIRA, Caroline Nascimento; DE CASTRO, César Nunes. **Expansão da produção agrícola, novas tecnologias de produção, aumento de produtividade e o desnível tecnológico no meio rural.** Texto para Discussão, 2022.
- PFÜTZENREUTER, Elvis. **Investindo no Mercado de Opções: Aprenda a operar opções na Bolsa de Valores com segurança e controle dos riscos.** Novatec Editora, 2008.

SHIOGA, Pedro Sentaro. **Sistemas de produção do milho safrinha no Paraná**. SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, v. 10, p. 40-54, 2009.

ANEXOS

ANEXO I – CUSTO DE PRODUÇÃO DO MILHO PARA A REGIÃO DE LONDRINA NA 2ª SAFRA DE 2023/23



Custo de Produção - Resumo
AGRICULTURA EMPRESARIAL - MILHO - PLANTIO DIRETO - ALTA TECNOLOGIA - OGM
2ª SAFRA - 2023/23 - Londrina - PR

Ciclo de Cultura: ANUAL

Tipo do Relatório: Estimado

Mês/Ano: Março/2023

Produtividade Média: 5700,00 kg/ha

Ex-Ant

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO POR HA	CUSTO / 60 kg	PARTICIPAÇÃO CV(%)	PARTICIPAÇÃO CT(%)
I - DESPESAS DO CUSTEIO				
1 - Operação com animal	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2 - Operação com Avião	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3 - Operação com máquinas:				
3.1 - Tratores e Colheitadeiras	577,3500	6,0774	11,0800	6,7600
3.2 - Conjunto de Irrigação	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4 - Aluguel de Máquinas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5 - Aluguel de Animais	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6 - Mão de obra	13,1000	0,1379	0,2500	0,1500
7 - Administrador	339,4800	3,5735	6,5200	3,9700
8 - Sementes e mudas	1.400,0000	14,7368	26,8700	16,3900
9 - Fertilizantes	1.210,0200	12,7371	23,2300	14,1600
10 - Agrotóxicos	808,9600	8,5154	15,5300	9,4700
11 - Receita	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12 - Outros:				
12.1 - Embalagens/Utensílios	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12.2 - Análise de Solo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12.3 - Demais Despesas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13 - Serviços Diversos	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
TOTAL DAS DESPESAS DE CUSTEIO (A)	4.348,9100	45,7780	83,4800	50,9000
II - OUTRAS DESPESAS				
14 - Transporte Externo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
15 - Despesas Administrativas	130,4700	1,3734	2,5000	1,5300
16 - Despesas de armazenagem	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
17 - Beneficiamento	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
18 - Seguro da Produção	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
19 - Seguro do crédito	369,6600	3,8912	7,1000	4,3300
20 - Assistência Técnica	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21 - Classificação	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
22 - Outros	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
23 - CESSR	104,1500	1,0963	2,0000	1,2200
TOTAL DAS OUTRAS DESPESAS (B)	604,2800	6,3609	11,6000	7,0800
III - DESPESAS FINANCEIRAS				
24 - Juros do Financiamento	256,2900	2,6978	4,9200	3,0000
TOTAL DAS DESPESAS FINANCEIRAS (C)	256,2900	2,6978	4,9200	3,0000
CUSTO VARIÁVEL (A+B+C=D)	5.209,4800	54,8366	100,0000	60,9800
IV - DEPRECIACIONES				

25 - Depreciação de benfeitorias/instalações	9,8000	0,1032	0,1900	0,1100
26 - Depreciação de implementos	291,3300	3,0667	5,5900	3,4100
27 - Depreciação de Máquinas	295,8200	3,1139	5,6800	3,4600
TOTAL DE DEPRECIÇÕES (E)	596,9500	6,2837	11,4600	6,9800
V - OUTROS CUSTOS FIXOS				
28 - Manutenção Periódica Benfeitorias/Instalações	104,1600	1,0964	2,0000	1,2200
29 - Encargos Sociais	154,7700	1,6292	2,9700	1,8100
30 - Seguro do capital fixo	31,3700	0,3302	0,6000	0,3700
31 - Arrendamento	829,3000	8,7295	15,9200	9,7100
TOTAL DE OUTROS CUSTOS FIXOS (F)	1.119,6000	11,7853	21,4900	13,1100
CUSTO FIXO (E+F=G)	1.716,5500	18,0690	32,9500	20,0900
CUSTO OPERACIONAL (D+G=H)	6.926,0300	72,9057	132,9500	81,0700
VI - RENDA DE FATORES				
32 - Remuneração esperada sobre o capital fixo	372,2700	3,9186	7,1500	4,3600
33 - Terra Própria	1.244,3100	13,0980	23,8900	14,5700
TOTAL DE RENDA DE FATORES (F)	1.616,5800	17,0166	31,0400	18,9300
CUSTO TOTAL (H+I=J)	8.542,6100	89,9223	163,9900	100,0000
Elaboração: CONAB/DIPAI/SUINF/GESIP				

FONTE: Conab (2023).