

VIABILIDADE FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE MILHO (*ZEA MAYS L.*) SOB O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NA CHAPADA DO APODI, EM LIMOEIRO DO NORTE/CE

Financial viability of maize (*Zea mays L.*) production under the pest integrated management in the Chapada do Apodi at Limoeiro do Norte -CE

Maria Luiza Lima Ferreira Peixoto

Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação – CENTEC. Mestre em Economia Rural – UFC. marialuizalfpeixoto@gmail.com

Rogério César Pereira de Araújo

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Economia Agrícola, Pós-Doutorado em Economia Agrícola e de Recursos. Professor Associado do Departamento de Economia Agrícola (UFC). rcpa@ufc.br

Elton Lúcio de Araújo

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Entomologia, Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). elton@ufersa.edu.br

Kilmer Coelho Campos

Graduação em Administração, Doutor em Economia Aplicada, Professor Adjunto do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC). kilmer@ufc.br

Cleilson do Nascimento Uchôa

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia (Fitopatologia), Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). cleilson_uchoa@ifce.edu.br

Resumo: A cultura do milho (*Zea mays L.*), durante sua fase de crescimento e desenvolvimento, é submetida a diversas práticas de manejo com o objetivo de evitar perdas de produtividade causadas por pragas, doenças e plantas daninhas. Com o objetivo de identificar alternativas viáveis de manejo para a cultura do milho híbrido AG-1051, o presente trabalho apresenta uma análise financeira comparativa da produção do milho com a utilização do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e das práticas convencionais usadas na Chapada do Apodi, no município de Limoeiro do Norte, Ceará. Realizou-se um experimento de campo a fim de coletar os dados de custos de implantação, tratamentos culturais, produção, preço de venda praticado no mercado do milho, e a produtividade dos dois sistemas de produção. A análise financeira consistiu na construção e comparação dos fluxos de caixa para esses dois sistemas de manejo de pragas. Com base nos indicadores de viabilidade financeira (B/C, VPL, TIR e TIRM), o milho produzido com o MIP apresentou melhor desempenho do que o sistema convencional.

Palavras-chave: Milho híbrido; Manejo integrado de pragas; Viabilidade financeira.

Abstract: The maize crop (*Zea mays L.*) during its growth and development phases is subjected to various management practices in order to avoid yield losses due to pests, diseases, and weed. Aiming to identify feasible management alternatives for the AG-1051 hybrid maize, this paper conducted a comparative financial analysis of the corn production by using the Integrated Pest Management (IPM) and that carried out by using the conventional practices in the Chapada do Apodi at the municipality of Limoeiro do Norte, Ceará. We conducted a field experiment to collect data regarding implantation, cultivation, production costs, corn market's sale prices, and the yields from both production systems. The financial analysis consisted of building and comparing cash flows for those two pest management systems. Based on the financing viability indicators (B/C, NPV, IRR and MIRR), the corn produced by the MIP showed higher performance than that by the conventional system. **Keywords:** Hybrid maize; Integrated pest management; Financial feasibility.

1 Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays* L.), depois dos EUA e China. No Brasil, os estados do Mato Grosso e Paraná foram os dois maiores produtores nacionais, na safra 2015/2016, respectivamente, com 15.271,6 mil e 14.484,9 mil toneladas. Nesta safra, a produtividade média nacional foi de 4.178 kg.ha⁻¹ que corresponde a 38,9% daquela obtida nos EUA (10.732,6 kg.ha⁻¹) (FAO, 2017). Segundo Cruz, Pinto e Queiroz (2009), a produtividade do milho varia consideravelmente entre as regiões do país, o que pode ser atribuído aos diferentes sistemas de cultivo e finalidade da produção (DUARTE et al., 1998; CRUZ; PINTO; QUEIROZ, 2009).

Segundo dados da Conab (2017), no estado do Ceará, a área cultivada de milho foi de 460,2 mil de ha, na safra 2015/2016, correspondendo à produção de 163,8 mil toneladas, com produtividade média de 356 kg.ha⁻¹. No contexto nacional, no mesmo período, a produção do milho cearense tem tido baixa representatividade, correspondendo a 2,9% da área plantada (15,9 milhões de ha), 8,5% da produtividade média (4.178 kg.ha⁻¹) e 0,5% da produção (66,5 milhões de toneladas).

A produtividade do milho é o resultado da influência de um conjunto de fatores tais como “clima, manejo de nutrientes, fertilidade do solo, práticas culturais, potencial genético dos materiais e manejo de pragas e doenças” (OLIVEIRA et al., 2013, p. 239). Dentre esses fatores, as pragas têm causado o maior impacto na produtividade da cultura do milho no Brasil (CRUZ; PINTO; QUEIROZ, 2009).

As pragas da cultura do milho são diversas e ocorrem ao longo do seu ciclo produtivo, sendo os principais insetos-praga: lagarta elasmó (*Dichelops* spp.); lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* S.); lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*) e lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*) (BIANCO, 2005). Esses insetos podem atacar a semente, raiz, plântula e plantas do milho, resultando no declínio da produtividade e da rentabilidade da cultura.

Estima-se que, em valores nominais de 2009, os prejuízos anuais causados pelas pragas na cultura do milho possam ultrapassar a R\$ 2 milhões, mesmo com a utilização de alguma medida de controle (CRUZ; PINTO; QUEIROZ, 2009). Em particular, a praga da lagarta-do-cartucho pode oca-

sionar perdas nos rendimentos da cultura do milho que variam de 15 a 50% (FIGUEIREDO, 2004).

No Brasil, o controle de insetos-praga do milho ainda tem sido feito, predominantemente, pelo uso de inseticidas sintéticos, podendo ocasionar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana. Em lavouras de alta produtividade, o controle das pragas por inseticidas pode variar entre zero e oito aplicações durante o ciclo de cultivo, sendo que 20% das fazendas fazem mais de três aplicações (CRUZ; PINTO; QUEIROZ, 2009). Para reduzir o uso dessas substâncias, formas alternativas de controle de pragas vêm sendo desenvolvidas tais como o manejo integrado de pragas (MIP), plantas transgênicas (milho Bt) e baculovírus.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP), foco desse estudo, é uma dessas alternativas que têm se mostrado promissora para se conviver com as principais pragas dessa cultura. O manejo integrado de pragas surgiu como uma alternativa para mitigar os efeitos adversos causados pelo uso dos inseticidas. Esse conjunto de práticas teve origem no conceito de controle integrado de pragas, idealizado por Stern et al. (1959), como sendo uma estratégia usada para evitar que insetos e outros organismos fitófagos causassem danos às plantas cultivadas, objetivando-se resultados econômicos e ecologicamente aceitáveis.

No Brasil, programas de MIP vêm sendo executados em algumas culturas de importância econômica, a exemplo da soja, algodão, citros, melão e a cultura em destaque nesse trabalho – o milho (*Zea mays* L.). Comparado às práticas convencionais, o milho sob o MIP é uma cultura intensiva em práticas de manejo, que requer que o produtor execute um número maior de práticas e o monitoramento de todas as fases do cultivo, o que pode implicar em aumento dos custos de produção. Por outro lado, ainda são ambíguos os resultados de pesquisa sobre os impactos da MIP na produtividade do milho, o que implica no aumento do risco econômico dessa tecnologia.

No intuito de investigar as relações entre custos e receitas do milho, este estudo tem como objetivo fazer a análise financeira da cultura do milho, conduzida sob o MIP e a forma convencional, no intuito de avaliar e comparar a viabilidade financeira desses sistemas de produção. Pelo fato da inexistência de dados de produção de milho sob o MIP, realizou-se uma pesquisa experimental do cultivo

do milho sob esses dois sistemas a fim de gerar os dados produtivos e econômicos necessários para a análise. O experimento de campo foi realizado na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, Ceará.

Este artigo está estruturado em cinco seções. A primeira seção, Introdução, contextualizou o problema de pesquisa e estabeleceu os objetivos do estudo. Na segunda seção, apresentam-se a revisão de literatura relativa ao manejo integrado de pragas e a análise financeira de projetos de investimento. Na terceira seção, descrevem-se o experimento de campo e os métodos de análise. A quarta seção mostram-se os resultados da análise financeira dos cenários. Finalmente, na quinta seção, são apresentadas as principais conclusões do estudo.

2 Referencial teórico

2.1 Manejo integrado de pragas na cultura do milho

De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2017), o Manejo Integrado de Praga é um sistema de manejo de pragas que associa o ambiente e a dinâmica populacional da espécie, que utiliza todas as técnicas apropriadas e métodos de forma tão compatível quanto possível e mantém a população da praga em níveis abaixo daqueles capazes de causar dano econômico.

Os fundamentos do Manejo Integrado de Pragas estão baseados em quatro elementos: (a) exploração do controle natural; (b) níveis de tolerância das plantas aos danos das pragas; (c) monitoramento das populações para tomadas de decisão; e (d) biologia e ecologia da cultura e de suas pragas (EMBRAPA, 2012). Esses componentes deram origem a vários métodos de controle que podem ser utilizados no manejo integrado de pragas, dentre eles: controle biológico, químico, mecânico e/ou físico dos insetos; resistência de plantas a insetos; inseticidas vegetais no controle de insetos; e controle cultural e comportamental dos insetos.

Para o emprego dessas formas de controle na prática do MIP, o monitoramento da densidade populacional das espécies-alvo passa a ser peça fundamental. Costa et al. (2008) ressaltou que a amostragem é um aspecto indispensável para o desenvolvimento de programas de MIP, sendo necessária tanto nas etapas de avaliação do ecossistema quanto no monitoramento, e auxiliam na tomada

de decisão sobre a necessidade ou não de controle da praga e quando intervir no agroecossistema.

Do ponto de vista ecológico, considera-se que os organismos animais, potencialmente pragas, flutuam naturalmente em função das alterações nos fatores climáticos e bióticos. O controle das pragas por meio do controle biológico (inimigos naturais, feromônios, dentre outros) reduz as chances de as pragas desenvolverem maior resistência aos agrotóxicos. Esse controle, utilizado somente quando necessário, proporciona redução nas chances de contaminação ambiental e nos problemas causados por intoxicação crônica e aguda do trabalhador rural.

O agricultor tem um papel importante na execução do manejo integrado de pragas. Ao agricultor cabe a realização da avaliação da extensão e gravidade do problema, definição do nível de ação necessária, e na escolha dos métodos de controle. Para isso, o agricultor precisa conhecer o ciclo de vida da cultura e da praga e do ambiente favorável para seu desenvolvimento. Desta forma, o agricultor pode conceber e modificar seu programa de manejo de acordo com suas necessidades específicas.

No Brasil, a primeira tentativa de estabelecer as bases para a aplicação do MIP foi realizada por Nakano e Silveira Neto (1975). Esses autores estabeleceram os níveis de dano econômico (NDE) e níveis de controle (NC) para as principais pragas com base nos conhecimentos disponíveis na literatura. Seguindo essa abordagem, Waquil (1987) estabeleceu esses parâmetros para a cultura do sorgo, com base nos quais sugeriu métodos para o monitoramento de insetos pragas de solo antes do plantio.

Posteriormente, Cruz et al. (1986) revisaram os parâmetros e níveis para as pragas do milho, em particular para a lagarta-do-cartucho. Cruz (1995) estabeleceu vários níveis de controle (NC) em função do custo do tratamento e do valor esperado da produção e registrou a seletividade dos principais princípios ativos adequados para o controle dessa espécie.

2.2 Análise de projetos de investimento

O estudo de avaliação de investimentos refere-se basicamente às decisões de aplicações de capital em projetos que prometem retornos por vários períodos consecutivos. Essa técnica limita-se quase sempre a uma análise *ex-ante*, ou seja, antes da execução

do projeto, cessando esse trabalho assim que se conheça o resultado da sua aprovação ou rejeição. Nesta perspectiva, raramente faz-se uma avaliação *ex-post*, isto é, após a execução do projeto, com o intuito de apreciar os desvios entre a situação planejada e a situação real. Na maioria das vezes, uma empresa está mais interessada em saber se o projeto gera retorno líquido e se deve ser executado do que no grau de exatidão das previsões.

A análise de investimento é importante também no setor agrícola, pois identifica *onde, quando e como* aplicar os recursos, principalmente para acompanhar um mercado competitivo e dinâmico, onde ocorrem rápidas alterações. Desta forma, considera-se conveniente medir o impacto econômico-financeiro, além do social e ambiental, dessas tecnologias, utilizando metodologias modernas e específicas para tal fim.

Os modelos de análise de investimento são modelos matemáticos que tentam simular como as principais variáveis irão se comportar no caso dos investimentos realizados. Um modelo de análise de investimento não se propõe a prever exatamente como as variáveis vão se comportar no futuro, mas deve oferecer informações objetivas e úteis para identificar pontos fracos que possam comprometer o projeto de investimento (GALICIA, 2010).

Para a implantação de um projeto de investimento, a elaboração do projeto deve seguir uma série de etapas que compreendem: o estudo de mercado; definição da escala e localização; engenharia; determinação dos fluxos financeiros; e, por fim, a avaliação do projeto. Nesse processo, a determinação correta dos fluxos financeiros merece destaque, já que a construção dos fluxos de caixa é proveniente dessa etapa, sendo que os indicadores de viabilidade são calculados com base nos fluxos de caixa.

Neste estudo, a análise está focada nas duas últimas etapas da elaboração de um projeto: construção e análise dos fluxos financeiros. Os fluxos de caixa representam as estimativas de entradas (receitas) e saídas (despesas) de recursos monetários em um determinado projeto produtivo ao longo do tempo. Para Assef (2003), o fluxo de caixa mensura as necessidades futuras de recursos, a possibilidade de cumprir pontualmente com seus compromissos, e a disponibilidade de recursos financeiros para investimentos.

Os principais indicadores de viabilidade de projetos destacados na literatura, e posteriormente neste trabalho, são: Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício/Custo, Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback Descontado (PBD), Ponto de Nivelamento de Rendimento (PNR). Os métodos VPL e TIR estão sendo muito utilizados no setor agrícola, especificamente na produção de frutas, abrangendo diversos estudos de viabilidade financeira existente (VASCONCELOS et al., 2010; ARAÚJO et al., 2009).

3 Metodologia

3.1 Pesquisa experimental

Os dados de produção foram obtidos por meio de uma pesquisa experimental realizada na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (Uepe), localizada no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (Dija), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE), Campus Limoeiro do Norte.

A Uepe está localizada a 12 km da sede do município de Limoeiro do Norte-CE (latitude 5° 06' 38" S, longitude 37° 52' 21" W e altitude de 145,95 m) (DNOCS, 2007). O experimento de campo teve a duração de quatro meses, de outubro de 2014 a janeiro de 2015, período este que correspondeu à estação seca do ciclo anual.

O experimento consistiu de agrupamentos (blocos) cujos tratamentos foram definidos em função das práticas, período e condução da cultura. O delineamento foi formado por dois tratamentos com nove repetições. Cada parcela foi constituída de 12 fileiras de 5 m, com espaçamento de 0,278 m entre plantas e 0,8 m entre fileiras. A parcela do experimento apresentou as seguintes dimensões: 9,6 m de largura por 5 m de comprimento, com bordadura de 1 m.

Os tratamentos do experimento foram dois, a saber: (a) Tratamento 1 – cultivo do milho sob o sistema convencional (SC); e (b) Tratamento 2 – cultivo do milho sob o MIP (MIP). A seguir cada um desses tratamentos é descrito:

- Tratamento 1 (SC): controle de pragas por meio de inseticida, aplicado manualmente com auxílio de um pulverizador costal, seguindo um calendário de pulverização (uma aplicação por semana) ou aplicações

de inseticida quando necessárias, sem levar em conta o nível crítico do dano;

- Tratamento 2 (MIP): controle de pragas por meio do MIP que leva em consideração o grau de infestação ou nível de dano cultural, que consiste da aplicação de inseticida quando se detecta a ocorrência de 20% de plantas infectadas.

A semente utilizada no experimento foi o milho híbrido AG-1051. Esse híbrido destaca-se por apresentar elevada quantidade de massa verde e alta digestibilidade. O Programa Hora de Plantar, do Governo do Estado do Ceará, na safra 2011/2012, distribuiu 3 mil toneladas de sementes de milho híbrido para os agricultores familiares, que representou 83,3% do total distribuído (CONAB, 2012).

O plantio foi feito por meio de semeadura mecânica (Jumil 3090 PD, com seis linhas), colocando-se de duas a três sementes por cova, a uma profundidade de 2 a 3 cm, perfazendo um total de 216 plantas por parcela. O espaçamento do cultivo foi de 0,80 m entre linhas e 0,278 m entre plantas.

A germinação do milho ocorreu no sexto dia após o plantio. O replantio para preenchimento de falhas nas parcelas foi executado uma semana depois da germinação, alcançando 15% da área do experimento. Nessa ocasião, foram removidas as mudas que estavam mortas ou defeituosas.

A adubação de fundação foi feita de forma mecânica no momento da semeadura utilizando a máquina semeadora-adubadora. O adubo aplicado foi o composto de NPK, na proporção de 9:33:12. Seguindo a prática tipicamente realizada por produtores da região, foram feitas cinco aplicações de fertirrigação, uma a cada sete dias, na seguinte dosagem: 17,8 kg de sulfato, sendo alternada com a aplicação de ureia na mesma proporção.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio da aplicação de herbicida na área do experimento, na seguinte frequência: primeira aplicação com 22 dias após a semeadura; e a segunda aplicação com 35 dias depois da primeira. Capina manual foi realizada no experimento quando necessária no intuito de complementar o controle químico.

O controle da praga lagarta-do-cartucho ocorreu de forma diferenciada em cada tratamento. No tratamento 1 (SC), a pulverização seguiu o calen-

dário de aplicação de inseticidas empregada tipicamente pelos produtores da região que consistiu em realizar onze aplicações, sendo uma aplicação por semana. No tratamento 2 (MIP), adotou-se o monitoramento periódico da incidência das pragas, sendo a aplicação de inseticida recomendada quando a praga alcançasse o nível de infestação de 20% das plantas. Neste tratamento, foram realizadas seis aplicações de inseticidas, tendo a última sido feita de modo preventivo.

O sistema de irrigação empregado no experimento foi do tipo “gotejamento”. O milho foi colhido manualmente com dois meses e quinze dias após o plantio, sendo a colheita realizada em três dias consecutivos.

3.2 Análise financeira de projetos

Os tratamentos do cultivo do milho conduzidos sob os dois sistemas de manejo de pragas, convencional e MIP, foram considerados, cada um deles, como um projeto de investimento agrícola. Para a análise financeira, os parâmetros técnicos e econômicos obtidos no experimento de campo foram extrapolados para uma área de um hectare, considerando o pressuposto de retornos constantes à escala.

A análise financeira de projetos consiste em construir os fluxos de entradas e saídas financeiras para a situação “sem” projeto (SP) e “com” projeto (CP). Os fluxos de entrada de caixa são formados pelas receitas anuais que ocorrem ao longo dos 10 anos do horizonte de planejamento. Os fluxos de saída são formados pelos custos anuais que ocorrem ao longo da vida do projeto, inclusive os custos de investimento que incidem no ano zero.

Neste estudo, as situações consideradas na análise financeira foram, respectivamente, as formas de controle de pragas realizadas na pesquisa experimental: (a) situação SP – o milho cultivado sob o sistema convencional (SC); e (b) situação CP – o milho cultivado sob o MIP (MIP). A diferença entre os fluxos de entrada e de saída de cada situação dá origem ao fluxo de caixa líquido. Os fluxos de caixa líquidos permitem calcular os indicadores de viabilidade financeira dos projetos que pressupõem a implantação da cultura do milho sob as duas formas de controle de pragas, SC e MIP.

Os fluxos de caixa incrementais são calculados pelas diferenças entre os fluxos de entrada, saída e líquido das duas situações, SP e CP. Esses fluxos incrementais permitem calcular os indicadores de

viabilidade financeira para a adoção do MIP em substituição ao controle convencional na cultura do milho.

Os indicadores utilizados na análise são Valor Presente Líquido (VPL), a Relação Benefício/Custo (RBC), a Taxa Interna de Retorno tradicional (TIR) e modificada (TIRM). A taxa de desconto utilizada para o cálculo do valor presente dos fluxos de entrada e saída foi de 8% que corresponde ao custo de oportunidade do capital.

O Valor Presente Líquido, segundo Roura e Cepeda (1999), é definido como a diferença entre a soma atualizada de todos os benefícios em relação aos custos e inversões atualizados (fluxo líquido de caixa) à taxa de desconto. O VPL é dado pela seguinte expressão:

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} \quad (1)$$

onde:

FC_i é o fluxo de caixa líquido no ano ;

r é o valor da taxa de desconto.

i é ano ao longo do horizonte de planejamento, sendo $i = 0, 1, 2, \dots, n$;

O VPL pode ser positivo ou negativo, refletindo a relação entre os fluxos de entrada e saída de caixa. Para fins de tomada de decisão, aplica-se o seguinte critério: se o VPL for positivo, então o projeto é viável e deve ser executado; se o VPL for zero, o projeto encontra-se em seu ponto de nivelamento; e se o VPL for negativo, o projeto é inviável e não deve ser executado.

A Relação Benefício-Custo (B/C) é definida pelo quociente entre o valor atual das entradas e o valor atual das saídas, descontados ambos à mesma taxa de desconto. A relação B/C pode ser representada pela seguinte equação:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n B_i / (1+r)^i}{\sum_{i=0}^n C_i / (1+r)^i} \quad (2)$$

onde:

B_i é Benefício no ano;

C_i é Custo no ano ;

r é o valor da taxa de desconto.

i é ano ao longo do horizonte de planejamento, sendo $i = 0, 1, 2, \dots, n$;

Por meio da relação B/C, pode-se verificar a viabilidade do projeto, de acordo com o seguinte critério: se a relação B/C for maior do que 1, o projeto é viável; e se a relação B/C for menor do que 1, o projeto é inviável.

A Taxa Interna de Retorno é o “valor crítico” da taxa de juros de oportunidade que torna os fluxos atualizados das entradas iguais aos fluxos atualizados dos custos, fazendo o valor presente líquido igual a zero. Em outras palavras, a TIR mede a rentabilidade do dinheiro empatado no projeto. A TIR é dada pela equação:

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} = 0 \quad (3)$$

onde:

FC_i = os saldos dos fluxos de caixa;

i é ano ao longo do horizonte de planejamento, $i = 0, 1, 2, \dots, n$;

r é o valor da taxa de desconto que torna o $VPL = 0$.

A TIR pressupõe que o projeto pode ser reinvestido à taxa interna de retorno calculada () (VAN KOOTEN, 2016), o que resulta na sobrestimativa da taxa interna de retorno. A Taxa Interna de Retorno modificada (TIRM) tem sido utilizada para corrigir este problema, pois incorpora explicitamente no cálculo o pressuposto de reinvestimento (SATYASAI, 2009).

A TIRM é a taxa de retorno anual média que será obtida no investimento se os fluxos de caixa forem reinvestidos ao custo do capital do projeto, o que reflete mais precisamente a lucratividade do investimento (VAN KOOTEN, 2016).

A TIRM pode ser calculada em duas etapas. Primeiro, os fluxos de caixa (FC_i) são convertidos em valores futuros, VF_{FC} , para o final do período do projeto, a uma taxa de juros específica, , que reflita o custo de oportunidade do capital, como mostrado na seguinte equação:

$$VF_{FC} = \sum_{i=1}^n FC_i (1+r)^{(n-1)} \quad (4)$$

A taxa de retorno (TIRM), levando em consideração o VF_{FC} e o investimento inicial , é definida pela seguinte expressão:

$$VF_{FC} = K(I + TIRM)^n \quad (5)$$

No caso da TIR ou TIRM, o projeto é viável, se a taxa de retorno calculada for superior ao custo de oportunidade, neste estudo correspondendo a 8%.

Na avaliação de projetos, por se tratar de projeções futuras, as variáveis não são conhecidas com certeza pelo fato de estarem sujeitos a riscos e incertezas. Por esta razão, o comportamento das variáveis como produtividade, preços dos insumos e do produto somente são conhecidos com certa probabilidade. Uma forma simples de avaliar o efeito dessas variáveis na viabilidade do projeto é por meio da análise de sensibilidade.

A análise de sensibilidade consiste em promover variações na magnitude de variáveis relevantes que determinam a receita e/ou custo e avaliar seus efeitos sobre a rentabilidade do investimento. Desta forma, pode-se ter uma ideia de quais os fatores de risco e incerteza podem afetar significativamente o resultado da análise.

Nesta análise, as variáveis-chaves alteradas na análise de sensibilidade foram o preço de venda e a produtividade do milho, inclusive calculando-se o valor do ponto de nivelamento (*switching value*) dessas variáveis para as situações SP, CP e Incremental. O Valor do Ponto de Nivelamento (VPN) é o valor de um parâmetro que torna o VPL igual à zero. Pro-

moveu-se também a mudança simultânea nos valores das Receitas e Custos, considerados de forma agregada, no intuito de medir a sensibilidade da viabilidade financeira do projeto a essas variações.

Os fluxos de caixa foram construídos utilizando a planilha eletrônica Excel e os indicadores de viabilidade e análise de sensibilidade foram calculados por meio dos comandos e recursos de simulação que o programa dispõe.

4 Resultados e discussão

4.1 Investimento, custos e receitas da cultura do milho

4.1.1 Investimento

Os investimentos de implantação do experimento de campo foram da ordem de R\$ 7.180,00, que corresponderam aos custos do sistema de irrigação (Tabela 1). O sistema de irrigação foi necessário pelo fato do experimento ter sido conduzido durante o período seco do ano (agosto a dezembro). Na região semiárida, a demanda sazonal de água para a cultura do milho é maior do que em outras regiões, principalmente durante o período de demanda de pico que ocorre nas fases de florescimento e enchimentos dos grãos (ANDRADE et al., 2006).

Tabela 1 – Cronograma de inversões, reinversões e desinvestimentos (Financeiro)

Discriminação	Vida Útil (anos)	Unid.	Custo unitário (R\$)	Inversão/Reinversões			Desinvestimento
				Ano 0	Ano 6	Ano 8	Ano 10
Canos/mangueira	6	Um	5.950,00	5.950,00	5.950,00	-	1.987,33
Gotejadores e outros	8	Um	1.230,00	1.230,00	-	1.230,00	922,50
TOTAL			7.180,00	7.180,00	5.950,00	1.230,00	2.905,83

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Os custos de investimento foram classificados em duas categorias: canos/mangueira; e gotejadores e outros. O primeiro foi da ordem de R\$ 5.950,00, que correspondeu aos custos dos componentes do sistema de irrigação por gotejamento tais como cano principal, canos de derivação e mangueiras de polietileno, cujas reinversões ocorreram no sexto ano.

O segundo, no valor de R\$ 1.230,00, envolveu as despesas com chulas, tampão de rosca, curva redução, anel de borracha, adaptador bolsa soldável, iniciais de linha. Nessa categoria, incluiu-se

também o custo do pulverizador costal manual, no valor de R\$ 180,00. Esses componentes foram reinvestidos no oitavo ano.

Os equipamentos de irrigação depreciaram-se ao longo da vida do projeto, sendo os mesmos substituídos ao final de sua vida útil. Por ocasião da vida útil de alguns capitais ter excedido o horizonte de planejamento, consideraram-se os desinvestimentos desses capitais, no valor total de R\$ 2.905,83, tendo a amortização sido calculada pelo método linear e incluída como parte das entradas no décimo ano.

4.1.2 Custos operacionais

Os custos operacionais envolvidos na produção do milho para a situação SP, milho cultivado sob o sistema convencional (SC), foram: preparo do solo e plantio, insumos, tratos culturais e fitossanitários, e colheita (Tabela 2).

No município de Limoeiro do Norte, no período de execução do experimento, o valor da diária

do aluguel da máquina era R\$ 120,00 para o preparo do solo e R\$ 100,00 para o plantio (semeadura e adubação). O preço da saca (de 20 kg) da semente de milho híbrido AG-1051 custava R\$ 368,00, sendo necessário para a semeadura de um hectare, 16 kg de sementes. Para a adubação de fundação foi utilizada 300 kg/ha de adubo NPK (9:33:12) por ciclo, que custou R\$ 551,00.

Tabela 2 – Custos operacionais anuais (4 ciclos de produção) de um hectare de milho híbrido AG-1051 sob o sistema de produção convencional e manejo integrado de pragas na Uepe, Limoeiro do Norte, CE

Discriminação	Unid.	Preço (R\$)	SC			MIP			Relação SC/MIP
			Quant.	Valor (R\$)	Perc.(%)	Quant.	Valor (R\$)	Perc. (%)	
1. Preparo Solo/ Plantio	-	-	-	640,00	3,6%	-	640,00	4,2%	1,000
Roçagem/aração	tr/h	120,00	1	120,00	0,7%	1	120,00	0,8%	1,000
Gradagem/calagem	tr/h	120,00	1	120,00	0,7%	1	120,00	0,8%	1,000
Semeadura/adubação	tr/h	100,00	4	400,00	2,3%	4	400,00	2,6%	1,000
2. Insumos	-	-	-	9.283,38	52,9%	-	7.817,42	51,0%	1,188
Semente	kg	18,40	64	1.177,60	6,7%	64	1.177,60	7,7%	1,000
Adubo (fundação)	kg	1,84	1.200	2.208,00	12,6%	1.200	2.208,00	14,4%	1,000
Sulfato	kg	1,00	800	800,00	4,6%	800	800,00	5,2%	1,000
Ureia	kg	1,55	1.200	1.860,00	10,6%	1.200	1.860,00	12,1%	1,000
Inseticida	ml	763,52	4	3.054,08	17,4%	2	1.588,12	10,4%	1,923
Água	mil m ³	8,35	22	183,70	1,0%	22	183,70	1,2%	1,000
3. Tratos Culturais/ Fitoss.	-	-	-	6.400,00	36,5%	-	5.763,60	37,6%	1,110
Mão de obra	diária	36,36	88	3.199,68	18,2%	98	3.563,28	23,2%	0,898
Capina manual	diária	10,42	96	1.000,32	5,7%	96	1.000,32	6,5%	1,000
Pulverização	diária	50,00	44	2.200,00	12,5%	24	1.200,00	7,8%	1,833
4. Colheita	mil	11,00	110,9	1.219,44	7,0%	101,1	1.112,10	7,3%	1,097
TOTAL (1+2+3+4)	-	-	-	17.542,82	100,0%	-	15.333,12	100,0%	1,144

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

No município de Limoeiro do Norte, a diária da mão de obra empregada na agricultura era de R\$ 36,36, entretanto, tratando-se do aplicador de defensivos agrícolas, a diária correspondia a R\$ 50,00. Já a mão de obra empregada na colheita do milho foi calculada pelo número de espigas colhidas, sendo pago ao trabalhar rural o valor de R\$ 11,00 por milheiro.

O custo operacional total do sistema de produção convencional foi de R\$ 17.542,82/ha.ano ou R\$ 4.385,70/ha.ciclo (Tabela 2). Os insumos que mais pesaram no custo operacional foram o controle de pragas, incluindo as despesas com inseticidas e pulverização, correspondendo a 30% do total. Também pesaram nos custos as despesas com mão de obra (18,2%), adubação de fundação e fertirrigação (27,7%). Entre as categorias de cus-

tos, os insumos (sementes, adubação e fertirrigação) corresponderam a aproximadamente 53% dos custos operacionais.

Os custos operacionais do MIP se diferenciaram do SC em função da diminuição no montante dos custos com insumos e tratos culturais e fitossanitários, particularmente aqueles relacionados ao controle de pragas (inseticidas e pulverização). No período de um ano, os custos com insumos e tratos culturais e fitossanitários do sistema convencional foram, respectivamente, 18,8% e 11% maiores do que aqueles observados no MIP. Os demais custos mantiveram-se iguais, como mostra a relação SC/MIP na última coluna da Tabela 2. No total, o custo operacional da cultura do milho sob o MIP foi R\$ 15.333,12/ha.ano ou R\$ 3.833,28/ha.ciclo, sendo 11,4% menor do que o custo operacional sob o SC.

Esses custos mostraram-se consideravelmente maiores do que aqueles estimados por empresas de pesquisa agropecuária e em trabalho científico.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) estimou o custo de produção do milho utilizando tecnologia de nível alto e médio, sendo R\$ 4.931,84/ha.ciclo e R\$ 3.389,36/ha.ciclo, respectivamente (EPAGRI, 2017). O Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (Imea) estimou o custo de produção de milho, safra 2015/2016, no Nordeste em R\$ 2.944,95/ha.ciclo, no qual foi incluído os custos variáveis, fixos e renda do fator terra (IMEA, 2017).

Silva et al. (2006) estimou o custo total de produção do milho de sequeiro, com base em uma amostra de 20 agricultores dos municípios de Iguatú, Milagres e Capistrano, em R\$ 361,88/ha.ciclo ou R\$ 644,00/ha.ciclo, em valores do ano-base 2015.

Desta forma, observa-se que os custos de produção do milho variam consideravelmente no Brasil e refletem a tecnologia de produção, quantidades e preços dos insumos empregados, os com-

ponentes de custos considerados, e, principalmente, se o cultivo é conduzido em caráter produtivo ou experimental.

4.1.3 Produção e receita do milho

No período do estudo, o preço de venda do milho produzido sob a forma convencional, no portão da fazenda, era R\$ 200,00/milheiro, no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (Dija) no município de Limoeiro do Norte. Entretanto, o Boletim Informativo Diário do Sistema Nacional de Informação de Mercado Agrícola do município de Tianguá-CE, datado do dia 25 de março de 2015, registrava o preço mínimo do milho verde a R\$ 35,00 por 100 espigas ou R\$ 350,00 por 1.000 unidades (CEASA, 2015), sendo este aproximadamente 43% maior do que preço do milheiro praticado na área de estudo. Nesta análise, decidiu-se por adotar o preço do milho praticado na área de estudo, R\$ 200,00/milheiro, por ser este o mais conservador.

A Tabela 3 apresenta o preço, produção e receita bruta da cultura do milho sob os dois sistemas de controle de pragas.

Tabela 3 – Preço, produção e receita bruta por hectare/ano de milho híbrido AG-1051 sob SC e MIP na Uepe, Limoeiro do Norte, CE

Cultura	Preço (R\$/milheiro)	Produção			Receita Bruta (R\$/ha.ano)
		espigas/ha.ciclo	kg/ha.ciclo ¹	espigas/ha.ano ²	
SC	200,00	27.714,51	1.995,4	110.858,04	22.171,61
MIP	200,00	25.276,04	1.819,9	101.104,16	20.220,83

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Nota: (1) Adotou-se o peso médio de uma espiga de 72 gramas;

(2) a produção anual de milho considerou quatro ciclos de cultivo por ano.

A produção do milho por ciclo sob o sistema convencional foi 27.714,51 espigas/ha ou 110.858,04 espigas/ano, que correspondeu à receita bruta anual de R\$ 22.171,60/ha (Tabela 3). A produção de milho sob o MIP foi 8,8% menor do que no sistema convencional, ou seja, foram colhidas 25.276,04 espigas/ha.ciclo ou 101.104,16 espigas/ha.ano, que gerou a receita bruta anual de R\$ 20.220,84.

Essa discrepância nos rendimentos da cultura do milho sob os dois sistemas de controle de pragas pode ser explicada com base na análise das variáveis de rendimento da espiga e do sabugo, que apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 5%. Esse é um indicativo de que o sistema convencional promoveu

ganhos de produtividade na cultura do milho nesse experimento.

No estado do Ceará, a produtividade do milho, medida em hectare/ano, varia consideravelmente em função do ano da safra. Silva et al. (2006) relatou a produtividade do milho, de 544 kg/ha em 2004. No período 1994/2012, segundo a Conab (2012), a média da produtividade anual foi de 1.001 kg/ha.

Convertendo a produtividade de espigas para quilogramas, utilizando o peso médio da espiga de 72 gramas, tem-se que as produtividades do milho sob o sistema convencional e o manejo integrado de pragas foram de 1.995,4 e 1.819,9 kg/ha.ciclo. Essas produtividades se mostraram maiores do que

aqueles registradas no Ceará, o que pode ser atribuído ao caráter experimental do cultivo.

4.2 Demonstrativos dos fluxos de caixa atualizados

A Tabela 4 apresenta o demonstrativo dos fluxos atualizados de entrada, saída e líquido das situações SP (CS), CP (MIP) e Incremental da cultura do milho. Os fluxos de caixa líquido totais das si-

tuações que representaram a implantação da cultura do milho sob o sistema convencional e manejo integrado de pragas mostraram-se positivos. Isto significa que, em valores presentes, a soma dos fluxos de saída foi maior do que a soma dos fluxos de entrada, quando descontados à taxa de 8% ao longo dos dez anos de vida do projeto, tanto do projeto do milho cultivado sob o sistema convencional quanto sob o manejo integrado de pragas.

Tabela 4 – Demonstrativo dos fluxos de entrada e saída de caixa, atualizados, para um hectare de milho no sistema de produção convencional (SC) e manejo integrado de pragas (MIP) na Uepe, Limoeiro do Norte, CE, 2015

FC ¹	ANO					
	0	1	2	3	4	5
1. Situação SP (SC)						
1.1. FE ²	0,00	20.529,27	19.008,58	17.600,54	16.296,79	15.089,62
1.2. FS ³	7.180,00	16.246,41	15.042,97	13.928,67	12.896,92	11.941,59
1.3. FCL ⁴ (1.1 – 1.2)	-7.180,00	4.282,86	3.965,61	3.671,86	3.399,87	3.148,03
2. Situação CP (MIP)						
2.1. FE	0,00	18.722,99	17.336,10	16.051,95	14.862,92	13.761,96
2.2. FS	7.180,00	14.200,65	13.148,75	12.174,77	11.272,93	10.437,90
2.3. FCL (2.1 – 2.2)	-7.180,00	4.522,34	4.187,36	3.877,18	3.589,98	3.324,06
3. Incremental						
3.1. FEI ⁵ (2.1. 1.1)	0,00	-1806,27	-1672,48	-1548,59	-1433,88	-1327,67
3.2. FSI ⁶ (2.2 – 1.2)	0,00	-2045,76	-1894,22	-1753,91	-1623,99	-1503,69
3.3. FCI ⁷ (2.3 – 1.3)	0,00	239,48	221,74	205,32	190,11	176,03
FC¹						
4. Situação SP (SC)						
1.1. FE ²	13.971,87	12.936,92	11.978,63	11.091,32	1.345,96	139.849,51
1.2. FS ³	14.806,54	10.237,99	10.144,15	8.777,43	0,00	121.202,67
1.3. FCL ⁴ (1.1 – 1.2)	-834,67	2.698,93	1.834,48	2.313,90	1.345,96	18.646,84
5. Situação CP (MIP)						
2.1. FE	12.742,55	11.798,66	10.924,69	10.115,45	1.345,96	127.663,23
2.2. FS	13.414,23	8.948,82	8.950,47	7.672,17	0,00	107.400,69
2.3. FCL (2.1 – 2.2)	-671,68	2.849,84	1.974,21	2.443,28	1.345,96	20.262,55
6. Incremental						
3.1. FEI ⁵ (2.1. 1.1)	-1229,32	-1138,26	-1053,94	-975,87	0,00	-12.186,28
6.1. FSI ⁶ (2.2 – 1.2)	-1392,31	-1289,17	-1193,68	-1105,26	0,00	-13.801,99
6.2. FCI ⁷ (2.3 – 1.3)	162,99	150,92	139,74	129,39	0,00	1.615,71

Fonte: elaborada pelos autores com base nos resultados da análise.

Nota: (1) FC = fluxos de caixa;

(2) Fluxo de Entrada;

(3) Fluxo de Saída;

(4) Fluxo de Caixa Líquido;

(5) Fluxo de Entrada Incremental;

(6) Fluxo de Saída Incremental, e;

(7) Fluxo de Caixa Incremental.

O total dos fluxos de caixa líquido da situação CP (MIP) foi maior do que a situação SP (SC), demonstrando que o total dos benefícios líquidos

atualizados da produção de milho sob o MIP foi maior do que o do sistema convencional, ambas as

situações assumindo que nenhuma atividade estava sendo executada na área (linha de referência).

A situação incremental que propõe a substituição do sistema convencional (SC) pelo manejo integrado de pragas (MIP) no cultivo do milho, apresentou o total dos fluxos de caixa líquido incremental positivo, porém, este valor positivo não significa viabilidade financeira da mudança de tecnologia. Isto porque, pelo fato dos totais dos fluxos de entrada e saída incrementais terem sido negativos, a diferença entre esses valores (FEI – FSI) mensura quanto o custo incremental foi maior do que a receita incremental, sinalizando que a substituição do SC pelo MIP na cultura do milho é inviável financeiramente.

Tabela 5 – Indicadores de viabilidade financeira da cultura do milho para um hectare sob SC e MIP, na Uepe, Limoeiro do Norte, CE, 2015

Indicadores	Unidade	SC	MIP	INCREMENTAL
VPL	R\$	18.646,84	20.262,55	1.615,71
B/C	un.	1,18	1,19	nc ¹
TIR	%	60,6%	64,5%	nc
TIRM	%	22,7%	23,5%	nc

Fonte: elaborada pelos autores com base nos resultados da análise.

Nota: (1) nc significa “não calculado”.

A relação B/C das situações SP e CP foram maiores do que a unidade, indicando que a soma dos fluxos de entrada foi maior do que a soma dos fluxos de saída. Esse indicador não foi calculado para a situação incremental pelo fato desses fluxos serem negativos.

Por último, a TIR e TIRM foram calculadas apenas para a situação SP e CP, os quais assumiram valores maiores do que o custo de oportunidade do capital (8%). A TIRM da situação SP e CP foram 22,7% e 23,5%, respectivamente, indicando que a cultura do milho tanto sob o SC quanto o MIP apresentaram retornos do capital investidos bastante satisfatórios.

Silva et al. (2006), estudando a produção do milho híbrido de sequeiro no estado do Ceará, encontrou que os agricultores da amostra apresentaram índice de lucratividade de 56,90%, que representa o percentual da receita bruta que o agricultor dispõe depois de subtraídos os custos operacionais. Brandão et al. (2015), avaliando o desempenho produtivo e econômico de milhos híbridos, encontrou que seus índices de lucratividade variaram entre o mínimo de 48,52% e o máximo de 59,88%.

Esses resultados foram confirmados pelos indicadores de viabilidade financeira, como mostrados pela Tabela 5. O VPL da situação SP (SC) foi R\$ 18.646,84 enquanto o VPL da situação CP (MIP) foi R\$ 20.262,55, quando os fluxos de entradas e saídas de ambos os cenários são descontados à taxa de desconto de 8%. Utilizando a mesma taxa de desconto, o VPL da situação incremental foi R\$ 1.615,71, porém, pelo fato dos fluxos de entrada e saída incrementais terem sido negativos, este valor representa o valor absoluto atualizado do prejuízo obtido pelo projeto que retrata a substituição do sistema convencional de controle de pragas pelo manejo integrado na cultura do milho.

Embora, índices de lucratividade não tenham sido estimados para os cenários investigados, os indicadores de viabilidade calculados neste estudo parecem apoiar os resultados apresentados acima.

4.3 Análise de sensibilidade

Como parte da análise de sensibilidade, os valores do ponto de nivelamento (VPN) foram calculados para o preço de venda e a produtividade do milho sob os dois sistemas de controle de pragas. A Tabela 6 mostra os resultados da análise dos valores do ponto de nivelamento.

Para a situação SP, o preço do ponto de nivelamento (PN) do milho foi de R\$ 169,47/milheiro (Tabela 6). Da mesma forma, a produtividade do PN do milho sob o SC foi de 23.483,28 espigas/ha.ciclo. Essas mudanças no preço ou produtividade representam um declínio de 15,3% sobre os valores originais (VO).

Para a situação CP, o VPN do preço e produtividade do milho foram, respectivamente, R\$ 163,96/milheiro e 20.721,51 espigas/ha.ciclo, correspondendo a um declínio de 18% sobre os valores originais. Esses resultados evidenciam que a cultura

do milho sob o MIP foi menos sensível às variações no preço e produtividade, portanto, sendo

mais robusta aos riscos técnico e econômico quando comparado ao sistema convencional de cultivo.

Tabela 6 – Valor original e valor do ponto de nivelamento (*switching value*) do preço e produtividade da cultura do milho para um hectare sob SC e MIP, na Uepe, Limoeiro do Norte, CE, 2015

Situação/Variáveis	Unidade	VO ¹	VPN ²	Varição (%)
Situação SP (SC)				
Preço de venda do milho	R\$/mil	200,00	169,47	-15,3%
Produtividade	espigas/ha.ciclo	27.714,51	23.483,28	
Situação CP (MIP)				
Preço de venda do milho	R\$/mil	200,00	163,96	-18%
Produtividade	espigas/ha.ciclo	25.276,04	20.721,51	
Incremental				
Preço de venda do milho	R\$/mil	200,00	202,33	+1,2%
Produtividade do SC	espigas/ha.ciclo	27.714,51	28.037,81	+1,2%
Produtividade do MIP	espigas/ha.ciclo	25.276,04	24.952,74	-1,3%

Fonte: elaborada pelos autores com base nos resultados da análise.

Nota: (1) Valor original;

(2) Valor de mudança (ou *Switching Value*);

(3) a *produtividade*, medida em kg/ha, foi calculada utilizando o pelo médio da espiga de 72 g/espiga.

Para a situação incremental, o VPN do preço do milho foi R\$ 202,33/milheiro, o que indica que o preço deve aumentar 1,2% ao ponto de tornar o VPL da situação incremental igual a zero.

Já o VPN da produtividade do milho foi calculado de duas formas: primeiro, mantendo constante a produtividade do milho sob MIP e variando a produtividade do milho sob o SC; segundo, mantendo constante a produtividade do milho sob SC e variando a produtividade do milho sob MIP. No primeiro caso, o VPN foi 28.037,81/ha.ciclo enquanto, no segundo caso, o VPN foi 24.952,74/ha.ciclo. Isto significa que o VPL igual zero é obtido quando a diferença entre as produtividades desses dois cenários for de 2.761,77 espigas/ciclo.

O controle de pragas da cultura de milho teve um peso considerável nos custos operacionais no sistema convencional, representando 30% dos custos. No sistema MIP, esses insumos corresponderam a 18,2% dos custos operacionais. O declínio da participação dessa categoria de insumos no custo operacional do MIP (-11,8%) foi acompanhado também por uma queda na receita (-8,8%), o que eliminou

parcialmente a vantagem comparativa dessa tecnologia com relação ao sistema convencional.

Finalmente, a análise de sensibilidade da variação simultânea nas receitas e custos incrementais, em termos agregados, é mostrada na Tabela 7. Observando-se a tabela, duas regiões são identificadas: (a) região com VPL incremental positivo (marcada de cinza); e (b) região com VPL incremental negativo. A primeira região abrange os cenários em que a viabilidade financeira é favorável ao milho sob CS, enquanto a segunda região corresponde aos cenários em que a viabilidade financeira é favorável ao milho sob MIP.

Observa-se que, quando os custos incrementais crescem, mantendo-se a receita incremental constante, o VPL incremental passa de valor negativo para positivo, ou seja, o custo operacional da situação SP passa a ser maior do que o da situação CP. Isto significa que quanto maior o custo e menor a receita incrementais, maior a viabilidade financeira do milho sob o MIP. Conclusões semelhantes podem ser obtidas analisando as variações na receita incremental.

Tabela 7 – Valor presente líquido incremental calculado em função da mudança simultânea nos fluxos de entrada e de saída incrementais do milho sob SC e MIP, na Uepe, Limoeiro do Norte, CE, 2015

Valor Presente Líquido (R\$)	Variação no FSI2								
	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	
	1,00	1.615,71	1.006,39	397,08	-212,23	-821,55	-1.430,86	-2.040,18	-2.649,49
	0,95	925,61	316,29	-293,02	-902,33	-1.511,65	-2.120,96	-2.730,28	-3.339,59
	0,90	235,51	-373,81	-983,12	-1.592,43	-2.201,75	-2.811,06	-3.420,37	-4.029,69
	0,85	-454,59	-1.063,90	-1.673,22	-2.282,53	-2.891,85	-3.501,16	-4.110,47	-4.719,79
Variação na FEI¹	0,80	-1.144,69	-1.754,00	-2.363,32	-2.972,63	-3.581,95	-4.191,26	-4.800,57	-5.409,89
	0,75	-1.834,79	-2.444,10	-3.053,42	-3.662,73	-4.272,04	-4.881,36	-5.490,67	-6.099,99
	0,70	-2.524,89	-3.134,20	-3.743,52	-4.352,83	-4.962,14	-5.571,46	-6.180,77	-6.790,09
	0,65	-3.214,99	-3.824,30	-4.433,62	-5.042,93	-5.652,24	-6.261,56	-6.870,87	-7.480,19
	0,60	-3.905,09	-4.514,40	-5.123,71	-5.733,03	-6.342,34	-6.951,66	-7.560,97	-8.170,28

Fonte: elaborada pelos autores com base nos resultados da análise.

Nota: (1) Fluxo de entrada incremental;

(2) Fluxo de saída incremental.

5 Conclusões

Com base em dados de pesquisa experimental, este artigo avaliou a viabilidade financeira da cultura do milho conduzida sob dois sistemas de controle de pragas- convencional e manejo integrado. Os resultados mostraram que ambos os sistemas produtivos foram viáveis financeiramente, tendo a cultura do milho sob o MIP apresentado maior retorno financeiro do que o milho sob o sistema convencional. Porém, para o agricultor que já produzia milho sob o sistema convencional, a adoção do manejo integrado de pragas não se mostrou viável do ponto de vista financeiro.

Com base na análise de sensibilidade, a cultura do milho sob o MIP apresentou-se ligeiramente mais robusta a variações no preço e produtividade do milho do que o milho sob o sistema convencional, estando mais apta a suportar variações em parâmetros que determinam os riscos técnico e econômico dessa cultura. Observou-se também que a viabilidade do manejo integrado de pragas pelo agricultor depende do aumento no preço de venda ou da produtividade do milho em níveis consideravelmente maiores do que aqueles observados nas condições da pesquisa experimental.

Portanto, os resultados sinalizam que a viabilidade do manejo integrado de pragas depende não apenas da melhoria nas práticas de manejo que resultem em aumentos de produtividade do milho, mas também da valorização mercadológica do milho produzido por essa tecnologia.

Referências

- ANDRADE, C. L. T.; PEREIRA, P. E.; BRITO, R. A. L.; RESENDE, M. **Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho**. Seta Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica n. 85, 2006.
- ARAÚJO, A. C.; FILHO, A. C. V.; SILVA, L. M. R.; ARAÚJO, L. V. Análise da viabilidade financeira da cultura da acerola no Agropolo do Vale do Rio das Contas no Estado da Bahia. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009. 1 CD.
- ASSEF, R. **Guia prático de administração financeira: pequenas e médias empresas**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- BIANCO, R. Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: ENCONTRO DE FITOSANIDADE DE GRÃOS. **Anais...** Campinas: Emopi Editora e Gráfica, 2005. p. 8-17.
- BRANDÃO, W. M.; PEREIRA, J. L. A. R.; SOUZA, T. T.; SOUZA, L. T.; BONAMICHI, J. A.; BATISTA, E. C.; BALDÃO, M. D.; FILHO, E. B. F. L. Desempenho produtivo e econômico de híbridos de milho no sul de Minas Gerais. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSULDEMINAS, Poços de Caldas, MG, **Anais...**, Poços de Caldas: IFSULDEMINAS, 12 nov. 2015.

CEASA. CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO CEARÁ. Boletim Informativo Diário – 25 de março de 2015. Maracanaú: Ceasa, Sistema Nacional de Informação de Mercado Agrícola, 2015.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de milho no Ceará.** Fortaleza: Conab, Conjuntura Mensal, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/Ola-laCMS/uploads/arquivos/12_04_03_10_47_52_milho_em_graos_-_safra_2012_-_ceara.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2017.

_____. **Safras: séries históricas.** 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcSConteudos=3#A_objcSConteudos>. Acesso em: 18 mar. 2017.

COSTA E.C., D'AVILA, M., CANTARELLI E.B., MURARI A.B., MANZONI C.G. **Entomologia florestal.** Santa Maria: Ed. UFSM, 2008.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Circular Técnica n. 21. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica n. 124, 1995. p. 45.

CRUZ, I.; WAQUIL, J.M.; SANTOS, J.P.; VIANA, P.A.; SALGADO, L.O. **Pragas da cultura do milho em condições de campo.** Circular Técnica nº 10. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS, Sete Lagoas, MG. 1986. p.75.

CRUZ, J. C.; PINTO, L. B. B.; QUEIROZ, L. R. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica n. 124, 2009.

DNOCS. DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Perímetro irrigado Jaguaribe Apodi - CE.** 2007. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

DUARTE, A. P.; FREITAS, J. G.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; CANTARELLA, H. Eficiência e resposta de genótipos de milho ao nitrogênio em cobertura. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, 1998.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistema de Produção 1.** Versão Eletrônica – 8.ed. Sete Lagoas, Out./2012. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em: 27 set. 2014.

EPAGRI. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Custo de produção. Florianópolis:** Epagri, 2017. Disponível em: http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=2696. Acesso em: 26 mar. 2017.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Production:** crops. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

FIGUEIREDO, M. L. C. **Interação de inseticidas e controle biológico natural na redução dos danos de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho.** 2004. 205p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

GALICIA, S.A. **Cómo valorar un proyecto de inversión: manuales prácticos de gestión.** Santiago de Compostela, España, 2010.

IMEA. INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Custo de produção do milho – safra 2015/2016.** Cuiabá: Imea, 2017. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410_CP-Milho_01_2015.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2017.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO. E.S. **Entomologia econômica.** Departamento de Entomologia, Esalq/USP. Piracicaba, SP. 1975. Apostila, 387 p.

OLIVEIRA, P.; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; PORTES, T. A. Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 239-246, jul./set. 2013.

ROURA, H., CEPEDA, H. **Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo rural.** Santiago de Chile: CEPAL, Diciembre, 1999.

SATYASAI, K. J. S. Application of modified internal rate of return method for watershed evaluation. **Agricultural Economics Research Review**, v. 22, p. 401-406, 2009.

SILVA, D. M. F.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Produção de milho híbrido no estado do Ceará: aspectos tecnológicos, competitivos, geração de emprego e renda. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 1, p. 119-146, jan./mar. 2006.

STERN, V. M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, p. 81-101, 1959.

VAN KOOTEN, G. C. **Agricultural economics and policy analysis**. Victoria: University of Victoria, 2016. Disponível em: <http://web.uvic.ca/~kooten/Agriculture/ProjectEvaluation.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2017.

VASCONCELOS, L. C.; MAYORGA, F. D. de O.; TABOSA, F. J. S.; OLIVEIRA, S. C. de; PARENTE, T. D. Análise de viabilidade econômica dos pequenos produtores de banana da Associação Acaraú Terra Sol no Agropolo do Baixo Acaraú, estado do Ceará. In: CARVALHO, E. B. S.; OLIVEIRA, J. L.; TROMPIERI NETO, N.; MEDEIROS, C. N.; SOUSA, F. J. (Org.). **Economia do Ceará em debate 2010**. Fortaleza: IPECE, 2010.

WAQUIL, J. M. **Pragas da cultura do sorgo: identificação e manejo**. In: CURSO DE USO E MANEJO DA IRRIGAÇÃO, 1., Embrapa-CNPMS, Sete Lagoas - MG. 1986.