

Impacto das Tecnologias de Plantio no Fluxo de Caixa do Produtor Canavieiro

Juliana Borba de Moraes Farinelli

Mestranda em Administração pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
jb.farinelli@gmail.com

David Ferreira Lopes Santos

Pós-Doutor e Doutor em Administração de Empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tem interesse pelas seguintes áreas: Finanças Corporativas e Gestão da Inovação. São Paulo, Brasil.
david.lopes@fcav.unesp.br

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 20.08.2016
Aprovado em 29.06.2017



Este trabalho foi licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição – Não Comercial 3.0 Brasil

Resumo

As mudanças tecnológicas na produção canavieira, a fim de suprir exigências ambientais e sociais, trouxeram ao produtor rural um contexto de quedas de produtividades e no ciclo produtivo da cultura, o que, aliado às oscilações do setor sucroenergético, demandam tanto o desenvolvimento de novas tecnologias produtivas como instrumentos que auxiliem o produtor rural na tomada de decisão quanto ao emprego de tais ações. Nesse sentido, o presente relato objetiva analisar o impacto das novas tecnologias de plantio de cana-de-açúcar sobre o fluxo de caixa de uma propriedade rural, situada no município de Jaboticabal/SP. Verificou-se que as duas novas tecnologias de plantio analisadas proporcionam um incremento na produtividade; porém, somente uma apresenta resultado positivo em relação às demais modalidades de plantio. Porém, infere-se que as novas tecnologias de plantio não são capazes de viabilizar o cultivo da cana-de-açúcar para pequenos e médios produtores da região.

Palavras chaves: Meiosi; mudas pré-brotadas; cana-de-açúcar; ponto-de-equilíbrio.

Impact of Planting Technologies in Cash Flow Producer Sugarcane

Abstract

The technological changes in sugarcane production, in order to meet environmental and social requirements, have brought to the rural producer a context of productivity declines and in the productive cycle of the crop, which, together with the oscillations of the sugar and ethanol sector, demand both the development of new productive technologies as well as instruments that assist the rural producer in the decision making regarding the use of these. In this sense, the present report aims to analyze the impact of new technologies of sugarcane planting on the cash flow of a rural property, located in the municipality of Jaboticabal / SP. It was verified that the two new technologies of planting analyzed although they provide an increase in productivity, only one presents a positive result in relation to the other modes of planting. However, it is inferred that the new technologies of planting do not give to enable the cultivation of the sugar cane for small and medium producers of the region.

Keywords: Meiosi; pre-budded seedlings; sugarcane; point of equilibrium.

Impacto de las Tecnologías de Plantación en el Flujo de Caja del Productor de caña

Resumen

Los cambios tecnológicos en la producción de caña de azúcar, a fin de suprir exigencias ambientales y sociales, trajeron al productor rural un contexto de caídas de productividades y en el ciclo productivo de la cultura, lo que aliado a las oscilaciones del sector sucroenergético, demandan tanto del desarrollo de nuevas

tecnologías productivas Como de instrumentos que ayuden al productor rural en la toma de decisiones en cuanto al empleo de éstas. En este sentido, el presente relato objetiva analizar el impacto de las nuevas tecnologías de plantación de caña de azúcar sobre el flujo de caja de una propiedad rural, situada en el municipio de Jaboticabal / SP. Se verificó que las dos nuevas tecnologías de plantación analizadas a pesar de proporcionar un incremento en la productividad, sólo una presenta resultado positivo en relación a las demás modalidades de plantación. Sin embargo, se desprende que las nuevas tecnologías de siembra no le permiten viabilizar el cultivo de la caña de azúcar para pequeños y medianos productores de la región.

Palabras claves: Mediosi; mudas pre-brotadas; caña de azúcar; punto de equilibrio.

1 Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) é a cultura exótica mais antiga do Brasil, chegando ao país logo após o descobrimento, em 1502 (Cesnik & Miocque, 2004). Segundo Pina (1972, p. 11) “[...] a história do Brasil se encontra tão intimamente ligada ao cultivo da cana-de-açúcar que se faz impossível uma dissociação”. Nesse sentido, a tradição de mais de cinco séculos de seu cultivo somada às inovações tecnológicas intrínsecas ao setor sucroenergético, para alguns autores foram determinantes para o *status* de maior produtor e exportador de açúcar e etanol do mundo (Moraes & Michellon, 2010; Dunham, Bomtempo, & Fleck, 2011; Shikida, 2014; FAO, 2015).

Na safra de 2014/2015 o setor sucroenergético brasileiro produziu cerca de 571,34 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 31,99 milhões de toneladas de açúcar e 26,15 bilhões de litros de etanol (FAO, 2015). O Estado de São Paulo é responsável sozinho por aproximadamente 60% da produção nacional de cana-de-açúcar e de seu beneficiamento, com maior concentração na Região de Ribeirão Preto (UNICA, 2015).

No campo das inovações, o fomento ao melhoramento genético e a introdução de novas variedades de cana pelo Sistema de Produção e Inovação Sucroalcooleiro (SPIS) foram os principais responsáveis por saltos expressivos de produtividade e qualidade de matéria prima (Demattê, Demattê, Alves, Barbosa, & Morelli, 2014).

Segundo Malerba & Orsenigo (1996), pioneiros no conceito de Sistema Setorial de Inovação, caracterizam setor como um conjunto de atividades que são unificadas por alguns grupos de produtos direcionados para uma determinada ou emergente demanda e que compartilham algum conhecimento comum, e inovação

como um processo que envolve interações sistemáticas entre uma grande variedade de atores para a geração e troca de conhecimentos relevantes para a inovação e sua comercialização.

A importância da inovação e de sistemas setoriais de inovação foi o que permitiu as inovações radicais vivenciadas pelo setor sucroalcooleiro nos últimos 50 anos (Santos, Basso, Kimura, & Sobreiro, 2015).

Em 1975, com a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) em resposta à crise do petróleo de 1973 a 1979, a qual induziu a busca por fontes alternativas de energia que substituíssem o combustível fóssil oriundo do petróleo (Shikida, 2014; Santos et al., 2015); a criação do etanol como biocombustível foi impulsionada em 2003 com o surgimento dos automóveis com motores flexfuel (Nyko, Valente, Milanez, Tanaka, & Rodrigues, 2013). Em adição, a partir da primeira década deste século as usinas sucroalcooleiras e novos investidores neste mercado puderam vender a energia elétrica gerada no processo produtivo e intensificada com o uso do bagaço e da palha da cana para o mercado, acrescentando uma nova fonte de receita ao setor que passou a ser denominado como sucroenergético (Santos et al., 2015).

Porém, ao longo de sua história, o setor sucroenergético passou por períodos de contração e expansão, reflexos de flutuações de mercado e inconstância de incentivos governamentais, além do que, as estratégias de inovação não se estruturaram de forma coordenada e organizada em médio e longo prazo, em que pese êxitos pontuais (Carvalho & Furtado, 2013; Demattê et al., 2014; Shikida, 2014).

A inconstância do setor sucroalcooleiro reflete um pouco o setor agrícola no Brasil, conforme assinalam Nyko et al. (2013) quanto às dificuldades enfrentadas pelo país no que diz respeito à difusão de tecnologias e, quando adotadas, muitas findam o insucesso do produtor rural, devido ao emprego errôneo das mesmas, à falta de qualificação de mão-de-obra e à má administração do estabelecimento e da tecnologia (Carvalho & Furtado, 2013; Alves, Souza, & Rocha, 2012).

O desenvolvimento de novas técnicas de plantio de cana-de-açúcar, de caráter inovador radical, aliado às novas variedades de cana-de-açúcar, encontra-se atualmente em proeminência, dado o incremento na produtividade e no teor de sacarose, além de conferirem uma maior eficiência no manejo (Santos & Wehrmann,

2016). Contudo, a proposição prática dessas novas tecnologias de plantio ainda é recente e encontra dificuldades, principalmente quanto ao custo final da muda, o qual ainda é elevado (Gírio, et al., 2015).

Nesse sentido, entre as diversas opções tecnológicas e margens de lucro reduzidas, torna-se cada vez mais complexo o gerenciamento da propriedade rural e as decisões financeiras da mesma. Por outro lado, a não adoção de inovações pode transcrever a seleção natural de produtores agrícolas. Dessa forma, esse trabalho foi motivado pela seguinte questão: qual o impacto das novas tecnologias de plantio de cana-de-açúcar sobre o fluxo de caixa da propriedade rural?

Para alcançar motivação neste estudo empírico e apresentar o trabalho de forma encadeada, o presente relato foi estruturado em mais 5 seções a partir desta introdução. A próxima seção traz a contextualização do setor sucroenergético com o intuito de delinear o escopo da atividade econômica em que está inserido o estudo. A terceira seção relata o diagnóstico da propriedade investigada e a proposição do modelo de fluxo de caixa utilizado. A quarta seção apresenta os elementos que permitiram construir os fluxos de caixa de cada tipo de produção, cujos resultados são analisados na quinta seção. As conclusões deste estudo são destacadas na sexta seção. As referências utilizadas neste relato estão listadas no final do texto.

2 Contexto do setor sucroenergético

A cultura da cana-de-açúcar, com sua introdução no país nos primórdios de sua descoberta, tem grande importância tanto na trajetória histórica quanto econômica do Brasil (Shikida, 2014). No ano de 2014, a participação da cultura em questão no valor bruto da produção agropecuária (VBP) nacional, alcançou 9,5% (R\$ 44,8 bilhões) do total do setor (Brasil, 2015). No estado de São Paulo, a participação da cultura no valor da produção agropecuária total, neste mesmo ano, foi de 42,1% (R\$ 25 bilhões), de acordo com os dados do IEA e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati), e ainda da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo (Silva, Oliveira, Figueiredo, & Caldeira, 2015).

Desde o século XVIII as agroindústrias canavieiras são abastecidas por produções próprias e por fornecedores de cana (produtores rurais independentes). Essa divisão ocorreu devido à inserção de novas tecnologias no processo produtivo dos engenhos brasileiros. Os proprietários que não conseguiram acompanhar esse

avanço tecnológico na agroindústria se limitaram a ser produtores de cana-de-açúcar (Dunham, Bomtempo, & Fleck, 2011).

Atualmente segundo Bastos & Moraes (2014), 40% do total de cana processada no Estado de São Paulo provêm de fornecedores independentes. Nesse mesmo trabalho, os autores argumentam que fatores como a mecanização do plantio e da colheita de cana, dada as pressões ambientais e sociais, são fatores de alteração da desigualdade no setor dos fornecedores de cana-de-açúcar, em razão dos efeitos da economia de escala com os elevados investimentos, sendo percebidos, principalmente, pelos pequenos e médios produtores rurais.

O oneroso valor das máquinas para o plantio e colheita de cana-de-açúcar faz com que os produtores rurais com menor escala de produção promovam estratégias para se adaptar, como: i) se organizam em condomínios para o rateio dessas operações (menos usual); ii) terceirizam estas operações às empresas especializadas ou à usina para a qual fornecem cana (mais usual); e iii) arrendam suas terras à usina ou a outro produtor (usual), (Sant'Anna, et al., 2016).

Diante das Figuras 1 e 2 pode-se observar a evolução das operações mecanizadas de plantio e colheita na região Centro-Sul do Brasil, de acordo com os dados do Centro de Tecnologia Canaveira CTC (UNICA, 2015).

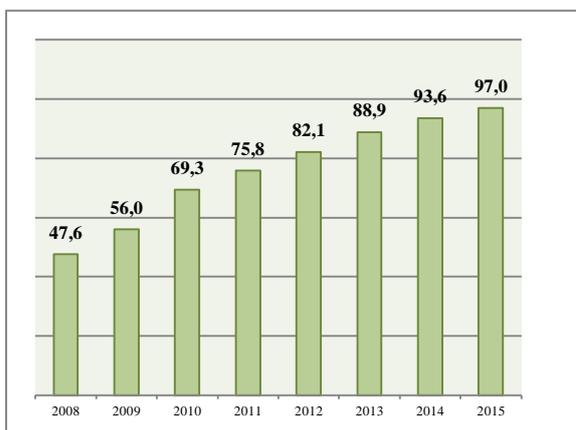


Figura 1- Evolução da colheita mecanizada da cana-de-açúcar em porcentagem de área colhida na região Centro-sul.

Fonte: Elaborado pelos autores.

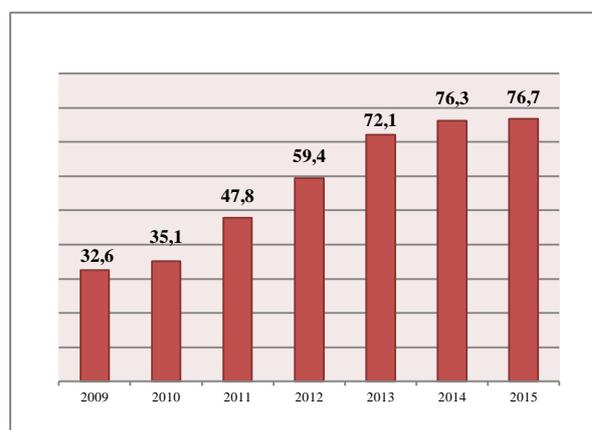


Figura 2 - Evolução do plantio mecanizado de cana-de-açúcar em porcentagem de área plantada na região Centro-sul

Fonte: Elaborado pelos autores.

A evolução expressiva da mecanização da cultura da cana ocorreu a partir da Lei 11.241/2002, que estabelece o fim gradual da queima da cana e a atenção maior para condições dignas do trabalho rural, fomentando a adoção de novas tecnologias de mecanização, tanto para plantio quanto para colheita tendo, portanto, o caráter de uma inovação empurrada (Santos et al., 2015).

O processo de mecanização na produção canavieira apresenta fatores positivos referentes: i) redução direta do impacto ambiental quanto à emissão de gases de efeito estufa; ii) a redução dos custos operacionais para plantio e colheita; iii) condições mais dignas de trabalho ao funcionário rural; iv) diminuição do consumo de água para o processamento de cana (Santos et al., 2015).

Por outro lado, também desencadeou fatores negativos como: i) redução do número de cortes da cultura, correspondendo a uma redução de cerca de 20% de produtividade; ii) surgimento de novas pragas de solo, dada a presença da palhada; iii) aumento das perdas na colheita e da impureza da matéria-prima colhida, e iv) aumento da quantidade de colmos no plantio mecanizado (Barros & Milan, 2010; Belardo, Cassia, & Silva, 2015).

Tais fatores mencionados acima, somados: i) às adversidades climáticas; ii) ao envelhecimento dos canaviais e à reduzida manutenção destes e, por fim, ii) à estagnação tecnológica do setor e o desalinhamento entre os diferentes agentes do Sistema Setorial de Inovação, tornam-se determinantes na explicação da redução significativa da produtividade dos canaviais (Santos & Wehrmann, 2016; Nyko et al., 2013). A redução recente na produção de cana no Brasil pode ser observada na Figura 3.

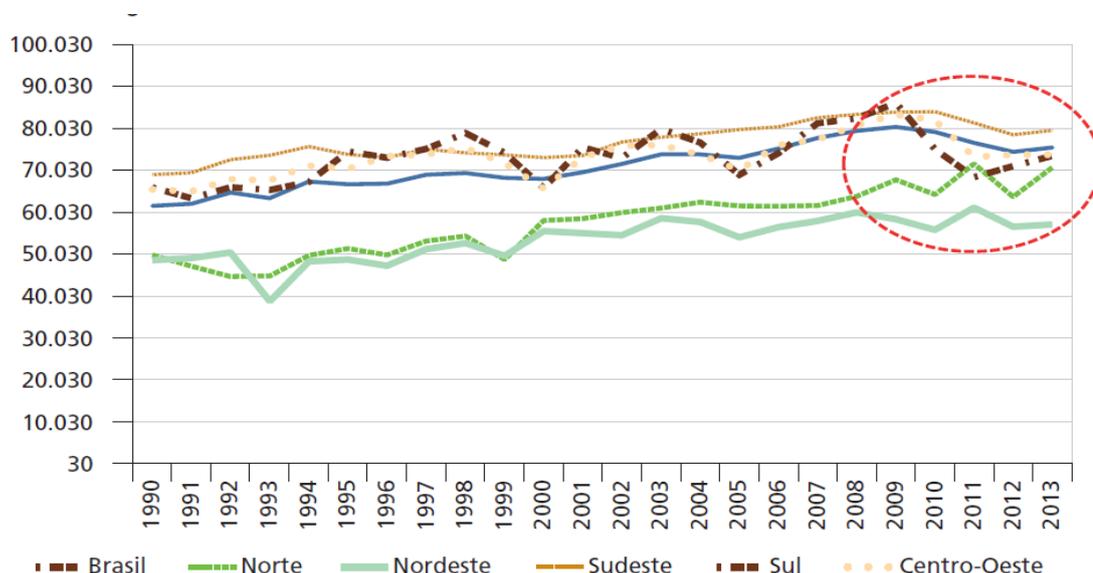


Figura 3 - Evolução da produção de cana-de-açúcar do Brasil e de suas regiões em bilhões de toneladas.

Fonte: IBGE (2014).

Para superar a queda na produção de cana, o setor canavieiro demanda esforços em inovações tecnológicas que visem ao aumento da produtividade agrônômica da cana (rendimento por área plantada, rendimento industrial e novas variedades) e solucionar os gargalos técnicos que concernem: i) à adaptação de novas variedades a diferentes condições de clima, com maiores teores de açúcar ou fibras; ii) à adequação de técnicas de manejo do solo e de plantas; iii) ao aprimoramento das máquinas e técnicas de plantio e colheita (Belardo, Cassia, & Silva, 2015; Landell, et al., 2012).

Atualmente, o desenvolvimento de novas técnicas de plantio de cana-de-açúcar, em resposta à demanda do setor, a exemplo do plantio por mudas pré-brotadas (MPB) e o Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente (Meiosi), caracterizando-se como inovações puxadas, se encontram em proeminência dado o incremento na produtividade e à maior eficiência de manejo, com redução do tráfego de máquinas e principalmente do volume de matéria-prima para o plantio. Contudo, a proposição prática dessas novas tecnologias de plantio ainda é recente e encontra dificuldades, principalmente quanto ao custo final da muda, o qual ainda é elevado (Gírio, et al., 2015).

A Tabela 1 traz as diferentes modalidades de plantio em cana-de-açúcar que se diferem principalmente no que concerne às operações de campo e à quantidade de mudas utilizadas.

As principais diferenças agrônômicas entre as modalidades de plantio referem-se: i) à quantidade de operações no campo, sendo mais intensas para o plantio manual e mecanizado; ii) ao volume de insumo (muda), sendo significativamente menor, principalmente no plantio MPB, e iii) à possibilidade de o plantio se intercalar com outras culturas, característica exclusiva do plantio Meiosi.

Tabela 1

Tipos de plantio para a cultura da cana-de-açúcar e suas principais características.

Tipo de Plantio	Operacional	Quantidade de mudas/colmos de cana
-----------------	-------------	------------------------------------

Plantio Manual ou Semi-mecanizado	Envolve operações manuais e mecanizadas em suas etapas, as quais são: sulcação mecanizada, juntamente com a aplicação de defensivos e fertilizantes; distribuição de mudas, manualmente; picação e alinhamento das mudas dentro do sulco, manualmente; e cobrição (fechamento) dos sulcos, mecanicamente. As mudas (colmos) para o plantio são colhidas manualmente.	12 a 16 toneladas de colmos por hectare (cana). 15 a 20 gemas/metro de sulco.
Plantio Mecanizado	Ocorre por meio de uma plantadora específica para a cultura; ela distribui no sulco de plantio as mudas, o fertilizante e o defensivo agrícola. As mudas (colmos) que alimentam a plantadora devem estar picadas e, por isso, são colhidas mecanicamente com colhedoras.	18 a 22 toneladas de colmos por hectare (cana). 25 a 55 gemas/metro.
Plantio MPB	Esta modalidade de plantio ocorre através de mudas de cana-de-açúcar produzidas em viveiros específicos. O plantio pode ser realizado de duas maneiras: i) manual, em que são realizadas previamente as operações de sulcação, adubação e aplicação de defensivos, e posterior plantio com uma matraca e; ii) mecanizado, através de um bom preparo de solo previamente, para que a plantadeira realize concomitantemente todas as operações mencionadas.	1,8 toneladas de plântulas de cana (mudas) por hectare. 13,3 mil plântulas por hectare.
Plantio Meiosi	Denominado Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente (Meiosi), consiste em efetuar o plantio de mudas de cana que serviram de matéria prima para o plantio e intercalar culturas de interesse econômico e/ou agrônômico com o canavial. Para tanto, plantam-se as plântulas de cana-de-açúcar (mudas), advindas de mini-rebolos (MPB) ou meristema (Plene®) em fileiras duplas com espaçamento entre linhas de 1,20m e 12,0m entre as duplas, onde será plantada outra cultura. A proporção é 1/8 de hectare de plântulas (mudas) para o plantio de 1 hectare comercial de cana-de-açúcar.	225 quilogramas de plântulas (mudas) por hectare. 1.666 plântulas por hectare

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 1 relata a importância da análise econômica e financeira por tipos de plantio em função das diferenças de recursos e insumos requeridos para cada decisão. Além disso, apresenta ao leitor não familiarizado que, apesar de a cana ser *commoditie*, o seu processo de produção não é padronizado, o que exige um processo de gestão técnico e econômico ajustado para cada tipo de plantio.

Deve-se atentar que as inovações na área agrícola são dependentes, sobretudo, dos fornecedores e dos agentes de inovação, conforme pontuam Cimoli & Dosi (1995). Nessa condição de dependente e não criador de inovações para a interação e cooperação entre os agentes de inovações e o empresário rural, é um fator de otimização da inserção de novas tecnologias e do grau de inovação da propriedade rural (Aerni, Nichterlein, Rudgard, & Sonnino, 2015).

No entanto, o país enfrenta dificuldades na difusão dessas tecnologias e elas, quando adotadas, findam o insucesso do produtor rural, devido ao emprego errôneo das mesmas, à falta de qualificação de mão-de-obra e à má administração do estabelecimento e da tecnologia (Alves, Souza, & Rocha, 2012; Nyko et al., 2013).

Atualmente, o desenvolvimento de novas técnicas de plantio de cana-de-açúcar, de caráter inovador radical por se distinguir completamente das técnicas de plantio já existentes, aliado às novas variedades de cana-de-açúcar, encontra-se em proeminência devido à necessidade de incrementar a produtividade e no teor de sacarose (Gírio, et al., 2015). Contudo, a proposição prática destas novas tecnologias de plantio ainda é recente e encontra dificuldades, principalmente quanto ao custo final da muda e em que condições a sua viabilidade é alcançada (Oliveira & Nachiluk, 2011; Gírio et al., 2015).

3 Diagnóstico da propriedade rural canvieira e estrutura do fluxo de caixa

O objeto de análise deste relato trata-se de uma propriedade rural familiar de pequeno porte (73 ha), localizada na região de Jaboticabal-SP, que integra a mesorregião de Ribeirão Preto-SP.

A propriedade tem como atividade principal a cultura da cana-de-açúcar e esporadicamente a cultura da soja, em anos de renovação de canavial. Conta como gestores dois engenheiros agrônomos membros da família, que tem elevada experiência na cultura e competência técnica, o que inclui um profissional com Mestrado e Doutorado em produção vegetal.

Apesar de os gestores adotarem uma estratégia de inovação tradicional, ou seja, por trabalharem com *commodities* agrícolas, não sentem a necessidade de inovar em seus produtos e também não possuem capacidade estrutural em criar inovações. Os mesmos buscam excelência no processo produtivo agrícola, o que tem refletido em produtividades acima da média nacional e regional, para a cultura da cana-de-açúcar.

Além do que, dados os impactos da mecanização da cultura da cana-de-açúcar e a instabilidade do setor, os gestores estão em busca de novas alternativas agrícolas para a redução do custo de produção da cana e o incremento da produtividade, trazendo assim a prerrogativa do impacto das novas tecnologias de plantio para a propriedade.

A cultura da cana-de-açúcar caracteriza-se como semi perene, devido ao fato de seu ciclo produtivo perdurar ao longo de cinco a seis anos. Desse modo, o seu

Fluxo de Caixa não é trivial, como outras grandes culturas anuais (soja, milho), ou seja, os gastos realizados para renovação do ‘canavial’ ou mesmo para o início do plantio da cultura, devem ser contrastados com os resultados que vão além da primeira colheita.

Ressalta-se ainda que na atividade agrícola há a necessidade de rotação de culturas em função da manutenção de propriedades físico-químicas do solo, assim como para minimizar a incidência de pragas. Para viabilizar essa necessidade, os produtores e administradores rurais dividem a área em “talhões” para que a rotação da cultura seja viabilizada com menor impacto no fluxo de caixa da propriedade.

Portanto, neste estudo foram avaliados os investimentos realizados em uma área (talhão) de 15 ha da propriedade nos anos de 2014 e 2015 cujos resultados são esperados até o ano de 2021.

O modelo de Fluxo de Caixa genérico proposto para a propriedade rural foi estruturado considerando um ciclo de seis cortes da cana, sendo este o limite de produtividade aceitável e presente no histórico da propriedade.

A proposição deste modelo de Fluxo de Caixa tem como princípio aproximar a análise financeira da propriedade rural aos princípios das finanças, em que a valoração de atividades e ativos está condicionada aos elementos que constituem o seu fluxo de caixa (Danthine & Donaldson, 2005):

(+)	Receita
(-)	Custos Variáveis
(=)	Margem de Contribuição
(-)	Custos Fixos
(=)	EBTIDA
(-)	Depreciação
(=)	Resultados Operacionais (Lucro Antes do IR/CSLL - LAIR)
(-)	Imposto de Renda (IR) e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
(CSLL)	
(=)	Resultado Líquido
(+)	Depreciação
(=)	Fluxo de Caixa Operacional
(-)	Custo Econômico (Oportunidade)
(=)	Fluxo de Caixa Livre

Nesse sentido, este modelo se distancia das estruturas tradicionais de apuração de custos e fluxos de caixa utilizadas na área agropecuária, em que se aplica em larga escala o rateio de custos fixos e a utilização de despesas financeiras

(CONAB, 2010; Matsunaga, et al., 1976). Assim, a proposição deste Fluxo de Caixa tem como base estudos recentes na atividade agropecuária em que demonstram a importância do uso do custeio direto na construção do fluxo de caixa e da combinação deste método com a análise de investimento (Bonacim, Nardi, Silva, Cruz Júnior, & Bonizio, 2013; Santos, Mendes, Farinelli & Farinelli, 2016).

4 Características dos fluxos de caixa da propriedade rural

4.1 Estimativa da Receita e Cenários

Determinou-se a estimativa da receita a partir da variação estimada da produtividade e o preço do Açúcar Total Recuperável por tonelada de cana (ATR/ton). No ano de 2015, o valor do ATR pago pela usina que recebe a produção desta propriedade foi de R\$ 0,4756/ton (SOCICANA, 2015). Para determinar as receitas futuras, foram construídos três cenários para o preço do ATR, considerando a volatilidade da série histórica mensal do ATR para a região de Jaboticabal-SP para o período de 2010 a 2015: i) cenário provável, com elevação de 1,85% no preço da ATR; ii) cenário otimista, com elevação de 8,27%, e cenário pessimista, com queda de 4,56%. Apesar da volatilidade do ATR, verificou-se que 88,71% das variações históricas ocorreram dentro da amplitude do cenário provável, o qual será a base para o cálculo da receita.

No caso desta propriedade, a produtividade da cultura em Toneladas de Cana/ha (TCH) e quilogramas de ATR por tonelada de cana foi determinada no primeiro corte a partir dos dados reais da propriedade. Para os cortes subsequentes, considerou-se a média das produtividades anteriores do talhão e os dados de controle do produtor rural.

Para o Plantio MPB e Meiosi baseando-se na literatura (Landell, et al., 2012), considerou um ganho total de 20% no TCH com a adoção destas novas tecnologias, sendo distribuídos proporcionalmente ao longo dos seis anos de colheita da cultura.

A redução da produtividade ocorre gradualmente ao longo das safras, devido ao “envelhecimento” da soqueira e por consequência, à perda do vigor da planta. A mesma passa a produzir menos perfilhos (colmos), porém a quantidade de ATR pode ser mantida, desde que as condições climáticas no decorrer do ciclo da cultura sejam ideais para sua maturação (Ripoli, Ripolli, Casagrandi, & Ide, 2006).

4.2. Estimativa dos Custos Variáveis

Os custos variáveis para a propriedade encontram-se nas Tabelas seguintes: 2, plantio manual; Tabela 3, plantio mecanizado; 4, MPB e 5, plantio Meiosi, sendo o plantio manual e mecanizado terceirizado, o MPB efetuado pelo produtor e o plantio por Meiosi no primeiro ano efetuado pelo produtor e no ano seguinte, terceirizado.

Os dados foram coletados a partir da recomendação técnica do produtor, em relação à quantidade de insumos e operações, e os valores dos insumos disponibilizados pela cooperativa agrícola da região, a qual o produtor é associado.

Os dados encontram-se estratificados ao longo dos seis cortes. A segregação por período do tempo, nos ciclos, deve-se às diferenças existentes entre os principais grupos de custos, como conservação do solo, preparo de solo, plantio manual, tratos culturais e mudas e insumos.

A colheita, de forma usual, é realizada pela usina através das operações de Corte, Carregamento e Transporte (CCT), a qual também integra os custos variáveis. O maior influenciador do valor da CCT é à distância geográfica da propriedade com a usina, juntamente com o preço do ATR. Para esta propriedade, o CCT fixado é de R\$ 23,00 por tonelada de cana de entregue, sendo este o valor médio na região.

Tabela 2
Custos Variáveis de Plantio Manual e condução de canavial em 15 hectares

Safra 2014/2015	Cana Soca					
	Cana Planta	1	2	3	4	5
Conservação do solo	2.400,00	107,52	107,52	107,52	107,52	107,52
Preparo de solo	1.700,01					
Plantio Manual	36.519,00	36.519,00				
Tratos Culturais	373,25	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26
Insumos	29.952,00	20.657,80	20.310,00	19.672,00	16.284,00	16.938,00
Mão-de-obra temporária	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00
Custo Variável Total	71.784,26	59.371,58	22.504,78	21.866,78	18.478,78	19.132,78

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3
Custos Variáveis de Plantio Mecanizado e condução de canavial em 15 hectares

Safra 2014/2015	Cana Soca
-----------------	-----------

	Cana Planta	1	2	3	4	5
Conservação do solo	2.400,00	107,52	107,52	107,52	107,52	107,52
Preparo de solo	1.700,01	-	-	-	-	-
Plantio Mecanizado	31.584,00	31.584,00	-	-	-	-
Tratos Culturais	373,25	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26
Insumos	29.952,00	20.657,80	20.310,00	19.672,00	16.284,00	16.938,00
Mão-de-obra temporária	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00
Custo Variável Total	66.849,26	54.436,58	22.504,78	21.866,78	18.478,78	19.132,78

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4

Custos Variáveis de Plantio MBP e condução de canavial em 15 hectares

Safra 2014/2015	Cana Soca					
	Cana Planta	1	2	3	4	5
Conservação do solo	2.400,00	107,52	107,52	107,52	107,52	107,52
Preparo de solo	1.700,01	-	-	-	-	-
Plantio MPB	161.996,00	31.584,00	-	-	-	-
Tratos Culturais	373,25	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26
Insumos	20.214,00	20.657,80	20.310,00	19.672,00	16.284,00	16.938,00
Mão-de-obra temporária	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00
Custo Variável Total	187.523,26	22.852,58	22.504,78	21.866,78	18.478,78	19.132,78

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 5

Custos Variáveis de Plantio Meiosi e condução de canavial em 15 hectares

Safra 2014/2015	Meiosi	Cana Planta	Cana Soca				
			1	2	3	4	5
Conservação do solo	2.400,0	107,52	107,52	107,52	107,52	107,52	107,52
Preparo de solo	1.700,1	-	-	-	-	-	-
Plantio Meiosi	29.988,0	-	-	-	-	-	-
Plantio Manual	-	27.000,0	-	-	-	-	-
Tratos Culturais	127,00	1.097,97	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26	1.247,26
Insumos	6.817,6	23.402	20.657,8	20.310	19.672	16.284	16.938
Mão-de-obra temporária	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00
Custo Variável Total	41.980,1	52.447,5	22.852,8	22.504,8	21.866,8	18.478,	19.132,8

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota-se que os gastos referentes a cada alternativa são distintos e as diferenças são representativas para uma propriedade de 15 hectares. Essa

diferença reforça a importância da estratificação proposta no modelo de fluxo de caixa que segrega os custos variáveis e fixos e ainda os organiza em atividades.

4.3. Estimativa dos Custos Fixos e Despesas

Os custos fixos da propriedade trabalhada encontram-se detalhados na Tabela 6, salientando que os mesmos não sofrem alteração mesmo com a mudança na tecnologia de plantio, uma vez que para os métodos por MPB e Meiosi considerou-se o plantio manual das plântulas (mudas), e para o manual, mecanizado e plantio comercial Meiosi, as operações foram terceirizadas, assim como as despesas, depreciação, Juros de Capital e Custo Oportunidade, os quais estão discriminados na

Tabela 7.

Tabela 6
Custos Fixos da Propriedade Rural (R\$)

Manutenção de Tratores e Implementos	9.172,00
Pro labore	26.000,00
Funcionário Fixo e Despesas Administrativas	27.360,98
Seguro dos Tratores	1.925,19
Tributos e Taxas	1.939,38
Custo Fixo Desembolsável Total	66.397,55

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 7
Depreciação, Juros sob Capital e Custo Oportunidade (R\$)

Depreciação de máquinas e implementos agrícola	3.160,00
Juros sob capital de Despesas Financeiras	6.053,55
Custo Oportunidade	95.598,04

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os dados dos custos fixos e despesas foram coletados a partir dos registros contábeis da propriedade, os quais embasaram os cálculos da depreciação, juros de capital e custo oportunidade da propriedade.

4.4. Estimativa da Taxa Mínima de Atratividade

Para estimar a taxa mínima de atratividade implícita à propriedade rural, calculou-se o Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC), a partir dos dados de estrutura de capital da propriedade, ou seja, porcentagem de investimento composta

por capital próprio e o que é composto por capital de terceiros, com seus respectivos pesos (Tabela 8).

Tabela 8
Composição dos investimentos

Itens	Valor	Peso	Despesa Financeira
Investimento Próprio	3.820.619,25	97%	6,32%
Financiamento Máquinas	93.333,33	2,4%	5,50%
Financiamento Insumos	25.818,00	0,7%	6,50%
Custo Médio Ponderado de Capital	3.939.770,58	100,0%	6,30%

Fonte: Elaborada pelos autores

Nota-se que o capital próprio é preponderante na composição do investimento total em função, sobretudo, da representatividade do valor da terra, em especial, na região estudada. Não obstante, poucas alternativas de financiamento existem para o investimento em terra no Brasil, o que traz um desafio para produtores com pouca disponibilidade de capital e potencializa a consolidação da produção.

5 Análise dos fluxos de caixa e pontos de equilíbrio

Para a realização das análises dos fluxos de caixas das diferentes modalidades de plantio, foram elaboradas as respectivas tabelas: Tabela 9, Fluxo de Caixa do Plantio Manual; Tabela 10, Fluxo de Caixa do Plantio Mecanizado; Tabela 11, Fluxo de Caixa do Plantio MPB; Tabela 12, Fluxo de Caixa do Plantio Meiosi.

Os Fluxos de Caixa embasaram as análises operacional e econômica, para cada tipo de plantio, trazendo a valor presente os itens que compõem o fluxo. Dessa forma, verificou-se o *break even point* (Ponto de Equilíbrio), conforme demonstrado nas Figuras: 4, Plantio Manual; 5, Plantio Mecanizado; 6 Plantio MPB; e 7, Plantio Meiosi. O ponto de equilíbrio ocorre quando o custo total iguala a receita, sendo que, os custos econômicos e financeiros podem ser incluídos neste método em função da sua natureza, a fim de evidenciar a necessidade de área plantada para que os resultados operacionais e econômicos sejam determinados.

Tabela 9

Fluxo de Caixa da Propriedade Rural para Plantio Manual em 15 ha (em R\$)

	VP	Impl.	1ª Safra	2ª Safra	3ª Safra	4ª Safra	5ª Safra	6ª Safra
RB	568.782	-	152.586	129.698	116.728	105.793	96.638	85.448
CCT	177.460	-	47.607	40.466	36.419	33.007	30.151	26.660
RL	391.322	-	104.979	89.232	80.309	72.785	66.487	58.788
CV	194.327	71.784	59.372	22.505	21.867	18.479	19.133	-
MC	196.995	-71.784	45.607	66.727	58.442	54.307	47.354	58.788
CFD	389.841	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398
EBTIDA	-192.846	-138.182	-20.790	330	-7.955	-12.091	-19.044	-7.609
Dp	18.553	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
LAIR	-211.399	-141.342	-23.950	-2.830	-11.115	-15.251	-22.204	-10.769
IR/INSS	9.447	-	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939
RL	-220.847	-141.342	-25.890	-4.770	-13.055	-17.190	-24.143	-12.709
Dp	18.553	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
FCO	-202.293	-138.182	-22.730	-1.610	-9.895	-14.030	-20.983	-9.549
CE	561.286	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598
FCL	-763.579	-233.780	-118.328	-97.208	-105.493	-109.628	-116.581	-105.147

Notas: VP - Valor Presente; RB - Receita Bruta; CCT - Corte, Carregamento e Transporte; RL - Receita

Líquida; CV - Custo Variável; MC - Margem de Contribuição; CFD - Custo Fixo Desembolsável; LAIR - Resultados Operacionais; RL - Receita Líquida; FCO - Fluxo de Caixa Operacional; CE - Custo Econômico

Dp - Depreciação; (Oportunidade); FCL - Fluxo de Caixa Livre.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 10

Fluxo de Caixa da Propriedade Rural para Plantio Mecanizado em 15ha (em R\$)

	VP	Impl.	1ª Safra	2ª Safra	3ª Safra	4ª Safra	5ª Safra	6ª Safra
RB	575.359	-	154.350	131.198	118.078	107.016	97.755	86.436
CCT	179.512	-	48.157	40.934	36.840	33.389	30.500	26.968
RL	395.847	-	106.193	90.264	81.237	73.627	67.255	59.468
CV	184.750	66.849	54.437	22.505	21.867	18.479	19.133	-
MC	211.098	-66.849	51.756	67.759	59.371	55.148	48.123	59.468
CF	389.841	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398
EBTIDA	-178.743	-133.247	-14.641	1.362	-7.027	-11.249	-18.275	-6.930
Dp	18.553	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
LAIR	-197.297	-136.407	-17.801	-1.798	-10.187	-14.409	-21.435	-10.090
IR/INSS	9.447	-	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939
RL	-187.849	-136.407	-15.862	141	-8.247	-12.470	-19.496	-8.150
Dp	18.553	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
FCO	-169.296	-133.247	-12.702	3.301	-5.087	-9.310	-16.336	-4.990
CE	561.286	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598
FCL	-730.582	-228.845	-108.300	-92.297	-100.685	-104.908	-111.934	-100.588

Notas: VP - Valor Presente; RB - Receita Bruta; CCT - Corte, Carregamento e Transporte; RL - Receita

Líquida; CV - Custo Variável; MC - Margem de Contribuição; CF - Custo Fixo; Dp - Depreciação; LAIR - Resultados Operacionais; RL - Receita Líquida; FCO - Fluxo de Caixa Operacional; CE - Custo Econômico (Oportunidade); FCL - Fluxo de Caixa Livre.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 11

Fluxo de Caixa da Propriedade Rural para Plantio MPB em 15ha (em R\$)

	VP	Impl.	1ª Safra	2º Safra	3º Safra	4º Safra	5º Safra	6º Safra
RB	605.293	-	158.466	148.176	120.393	111.132	101.871	90.552
CCT	188.852	-	49.441	46.231	37.563	34.673	31.784	28.252
RL	416.442	-	109.025	101.945	82.830	76.459	70.087	62.300
CV	283.449	195.261	22.853	22.505	21.867	18.479	19.133	-
MC	132.992	-195.261	86.172	79.440	60.964	57.980	50.954	62.300
CF	389.841	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398
EBTIDA	-256.848	-261.659	19.774	13.043	-5.434	-8.418	-15.443	-4.098
Dp	18.553	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
LAIR	-275.402	-264.819	16.614	9.883	-8.594	-11.578	-18.603	-7.258
IR/INSS	9.447	-	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939
RL	-265.954	-264.819	18.554	11.822	-6.655	-9.638	-16.664	-5.318
Dp	18.553	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
FCO	-247.401	-261.659	21.714	14.982	-3.495	-6.478	-13.504	-2.158
CE	561.286	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598
FCL	-808.687	-357.257	-73.884	-80.616	-99.093	-102.076	109.102	-97.756

Notas: VP - Valor Presente; RB - Receita Bruta; CCT - Corte, Carregamento e Transporte; RL - Receita Líquida; CV - Custo Variável; MC - Margem de Contribuição; CF - Custo Fixo; Dp - Depreciação; LAIR - Resultados Operacionais; RL - Receita Líquida; FCO - Fluxo de Caixa Operacional; CE - Custo Econômico (Oportunidade); FCL - Fluxo de Caixa Livre.

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 12

Fluxo de Caixa da Propriedade Rural para Plantio Meiosi em 15ha (em R\$)

	VP	Meiosi	Pl. Manual	1ª Safra	2ª Safra	3ª Safra	4ª Safra	5ª Safra	6ª Safra
RB	730.590	-	-	158.466	148.176	120.393	111.132	101.871	90.552
CCT	227.944	-	-	49.441	46.231	37.563	34.673	31.784	28.252
RL	502.646	-	-	109.025	101.945	82.830	76.459	70.087	62.300
CV	199.263	41.980	52.447	22.853	22.505	21.867	18.479	19.133	-
MC	303.383	-41.980	-52.447	86.172	79.440	60.964	57.980	50.954	62.300
CF	531.180	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398	66.398
EBTIDA	-227.798	-108.378	-118.845	19.774	13.043	-5.434	-8.418	-15.443	-4.098
Dp	25.280	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
LAIR	-253.078	-111.538	-122.005	16.614	9.883	-8.594	-11.578	-18.603	-7.258
IR/INSS	11.636	-	-	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939	1.939
RL	-241.442	-111.538	-122.005	18.554	11822,138	-6.655	-9.638	-16.664	-5.318
Dp	25.280	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160	3.160
FCO	-216.162	-108.378	-118.845	21.714	14.982	-3.495	-6.478	-13.504	-2.158
CE	764.784	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598	95.598
FCL	-980.946	-203.976	-214.443	-73.884	-80.616	-99.093	-102.076	-109.102	-97.756

Notas: VP - Valor Presente; RB - Receita Bruta; CCT - Corte, Carregamento e Transporte; RL - Receita Líquida; CV Custo Variável; MC - Margem de Contribuição; CF - Custo Fixo; Dp - Depreciação; LAIR - Resultados Operacionais;

RL - Receita Líquida; FCO Fluxo de Caixa Operacional; CE - Custo Econômico (Oportunidade); FCL - Fluxo de Caixa

Livre.

Fonte: Elaborada pelos autores

Esta análise, englobando todas as safras da cultura, permite a visualização do impacto das modalidades de plantio dentro do ciclo e com a abordagem a partir do caixa do produtor. Sendo assim, para todos os tipos de plantio, o fluxo de caixa foi estimado desde a implantação do canavial ano zero, até a 6ª Safra, ano 6 (Tabelas 9, 10 e 11). Exceto para plantio por Meiosi (Tabela 12) que, por dois anos consecutivos não se tem a obtenção de receita, pois neste sistema, no ano zero efetua-se o plantio com intuito de se produzir mudas de cana utilizadas para o plantio no ano seguinte, uma vez que o custo com aquisição de mudas de terceiros computa aproximadamente 20% do custo de plantio.

Na análise operacional do Fluxo de Caixa em todas as modalidades de plantio, observa-se que a propriedade apresenta margem de contribuição positiva, sendo superior ao custo variável total, dado pelo somatório da CCT com o custo variável, o que é fundamental para qualquer atividade. Verifica-se que a margem de contribuição foi superior para o plantio de Meiosi - R\$ 303.383, em detrimento das

outras modalidades, respectivamente em ordem decrescente, R\$ 211.098 - plantio mecanizado; R\$ 196.327 – plantio manual e; R\$ 132.992 – MPB (Tabelas 9, 10, 11 e 12).

No entanto, também para todas as modalidades, a margem de contribuição é inferior aos custos fixos desembolsáveis, que envolvem gastos com mão-de-obra, manutenção de maquinário e gastos administrativos, resultando em um EBTIDA negativo de: R\$ 256.848 – plantio MPB; R\$ 227.798 – Meiosi; R\$ 192.846 – manual e; R\$ 178.743 - mecanizado (Tabelas 9, 10, 11 e 12). Ou seja, a propriedade em 15 hectares não gera recursos suficientes para superar os custos de suas atividades operacionais em qualquer sistema de plantio.

O ponto de equilíbrio operacional, dado pelo quociente entre o custo fixo e a margem de contribuição, é alcançado em ordem crescente, a partir de: 26 hectares – Meiosi; 28 hectares – mecanizado; 30 hectares – manual e; 44 hectares - MPB.

A situação evidenciada ainda nos permite concluir a existência uma ausência de liquidez no fluxo de caixa da atividade frente aos compromissos assumidos, que tem como consequência o aumento do endividamento que ampliará no médio e longo prazo a inviabilidade da produção ou a venda de ativos.

O elevado custo econômico visualizado nas tabelas de Fluxo de Caixa (Tabela 9, 10, 11 e 12), custo inerente à escolha da atividade em renúncia de outras oportunidades, transcreve a atual dificuldade da cadeia sucroenergética, em especial, os setores associados à área agrícola. A valorização fundiária do país, o aumento das exigências ambientais e sociais e o elevado custo de capital no Brasil deflagram um grande desafio ao pequeno e médio produtor rural, pois o custo de econômico é tão representativo quanto os próprios custos operacionais.

Neste sentido, compreende-se o processo de concentração de terras no país ou o aumento do arrendamento de terras a grupos empresariais-econômicos, pois a atividade agrícola e, neste caso, a cultura da cana-de-açúcar, está se tornando inacessível para os pequenos produtores.

Em adição, deve-se considerar que contínuo investimento em novas tecnologias de equipamentos e insumos, com objetivo de aumentar a produtividade agrícola e reduzir o custo de produção é necessário para o setor.

A partir da inclusão dos custos econômicos na análise, a viabilidade dos diferentes tipos de plantio é alcançada com: 64 hectares – plantio Meiosi; 68

hectares – plantio mecanizado; 72,42 hectares – plantio Manual e; 107,28 hectares – MPB (Figuras 4, 5, 6 e 7).

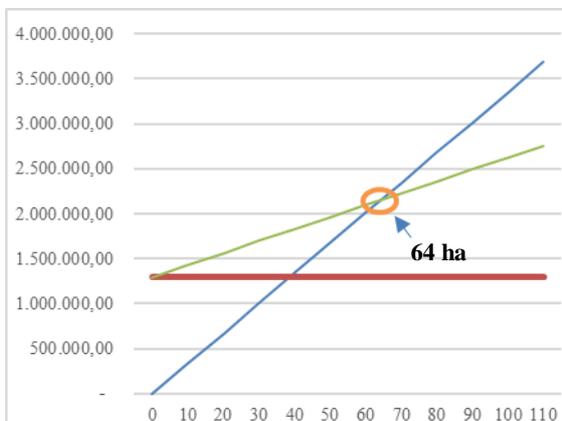


Figura 4 - Ponto de equilíbrio econômico plantio Meiosi. Quantidade de área agrícola (ha) em função da Receita.
Fonte: Elaborada pelos autores.

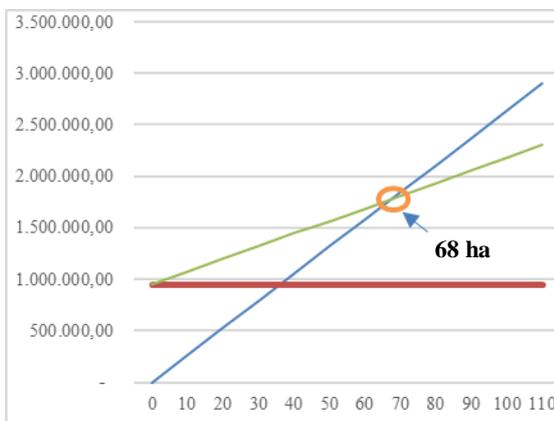


Figura 5 - Ponto de equilíbrio econômico plantio mecanizado. Quantidade de área agrícola (ha) em função da Receita.
Fonte: Elaborada pelos autores.

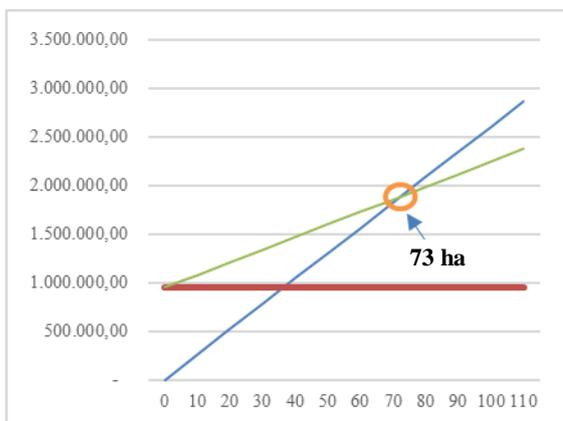


Figura 6 - Ponto de equilíbrio econômico plantio manual. Quantidade de área agrícola (ha) em função da Receita.
Fonte: Elaborada pelos autores

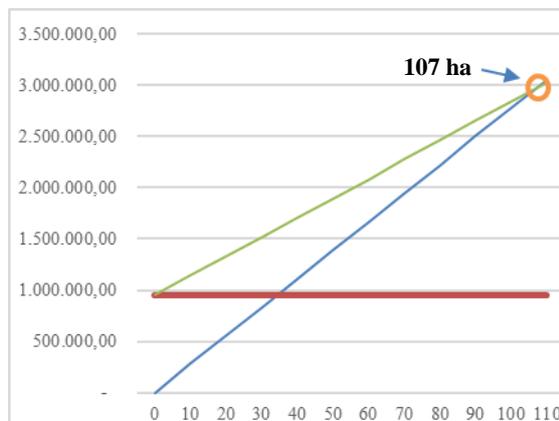


Figura 7- Ponto de equilíbrio econômico plantio MPB. Quantidade de área agrícola (ha) em função da Receita.
Fonte: Elaborada pelos autores

No caso do produtor avaliado, cuja propriedade possui 70 ha, ele teria a necessidade de cultivar a cana em toda a dimensão da propriedade para suprir os custos econômico dos plantios em Meiosi e mecanizado, sendo inviáveis as demais modalidades.

No entanto, isso significaria um aumento no risco do empreendimento, uma vez que o cultivo de uma só cultura impossibilita a diversificação da produção agrícola durante o período de seis anos (ciclo produtivo da cana-de-açúcar).

O Fluxo de Caixa negativo em todas as análises traz um sinal amarelo à competitividade do setor e, principalmente, à longevidade econômica dos pequenos produtores rurais.

Deste modo, infere-se que somente os esforços em inovações tecnológicas voltadas para o incremento na produtividade e na otimização das operações no campo, a exemplo dos novos sistemas de plantio em cana-de-açúcar, não são suficientes para viabilizar a atividade canavieira para pequenos produtores.

Considera-se ainda, que a escala reduzida de produção e o predomínio da estratégia tradicional, em que se assumem as premissas de que os mercados possuem baixa concorrência e não há demanda identificada por inovações nos produtos, pontuam-se como fatores deletérios para atividade canavieira em pequenas propriedades.

Essa visão estratégica também se encontra arraigada nas políticas públicas voltadas para o setor sucroenergético e nos institutos de pesquisa, os quais fomentam a geração e a difusão de novas tecnologias em equipamentos e insumos voltadas para pequenos produtores, mas inviáveis economicamente para esses, a exemplo da modalidade de plantio MPB.

6 Conclusões

A principal diferença da questão motivadora deste estudo para a literatura foi a possibilidade de analisar os impactos operacionais e econômicos das tecnologias de plantio para a cultura da cana-de-açúcar numa propriedade rural por meio do fluxo de caixa gerado em cada modalidade de plantio juntamente com a análise custo-volume-lucro. Nesta direção, a pesquisa demonstrou que a segregação dos custos fixos e variáveis é importante para efeitos de tomada de decisão e controle das atividades realizadas. Ainda foi possível evidenciar, através da técnica do custo-volume-lucro, que a área disponível para o cultivo deve influenciar a decisão na escolha do produtor rural em relação ao tipo de plantio.

Na análise da propriedade, verifica-se que o talhão em questão (15 ha), para todas as modalidades de plantio produzirá abaixo do ponto de equilíbrio para que sua produção seja viável operacional e economicamente, sendo necessário o plantio totalitário da propriedade (70 ha), para viabilidade econômica nas modalidades de

plântio mecanizado e por Meiosi, o que não é interessante em termos de diversificação de culturas em detrimento da redução do risco da atividade.

Diante das implicações e limitações deste trabalho, pode-se concluir que:

- i) Em todas as modalidades de plântio, para área de 15 hectares, a margem de contribuição foi positiva.
- ii) As novas tecnologias de plântio, apesar de apresentarem-se como soluções para os pequenos e médios produtores, pela capacidade de ampliação da produtividade e redução das operações no campo, não são capazes de suprir os custos operacionais das propriedades inferiores a 44 hectares (plântio MPB) e 26 hectares (plântio Meiosi), e os custos econômicos em propriedades inferiores 107 hectares e 64 hectares, respectivamente.
- iii) O plântio por Meiosi e mecanizado foram similares em relação ao ponto de equilíbrio operacional (26 hectares e 28 hectares) e econômico (64 hectares e 68 hectares), apresentando menores valores em relação às outras duas modalidades de plântio.
- iv) O plântio MPB requer significativamente uma maior área produtiva para viabilidade desta operação tanto operacional quanto econômica, em relação aos demais tipos de plântio.
- v) A mudança no sistema produtivo com advindo da mecanização, principalmente em relação à colheita, o qual gerou a redução do ciclo produtivo da cultura de 10 a 12 safras para 6 safras, foi significativo para inviabilização da atividade canvieira em pequenas propriedades, em termos de escala de produção.
- vi) O fomento contínuo as inovações tecnológicas que promovam a redução dos custos e o incremento da produtividade são necessárias, bem como a mudança da estratégia de inovação tradicional dos pequenos produtores.
- vii) Produtores com menor escala de produção devem buscar por inovações de processo e produto, buscando uma maior eficiência produtiva e diferenciação no mercado a fim de agregar maior valor a seu produto.

Ressalva-se que a pesquisa, enquanto estudo de caso, tem restrições para com extrapolações e limitações com o levantamento e análise de dados que são

condicionadas por fatores ambientais, como preço de insumos, dólar e preço das *commodities*.

As conclusões alcançadas neste estudo descortinam novas possibilidades de pesquisas empíricas:

- a) Aplicar a abordagem financeira deste estudo em outras culturas agrícolas como forma de diagnosticar oportunidades de melhoria na proposição das premissas;
- b) Incluir na análise financeira métodos de simulação, como o de Monte Carlo, para as premissas que constituem o fluxo de caixa e estão sujeitas a riscos não controláveis (produtividade, preço, taxa de juros, câmbio).
- c) Analisar esses resultados comparados com propriedades de grande porte, cujos pacotes tecnológicos são distintos e podem exigir outras faixas de ponto de equilíbrio.

Referências

- Aerni, P., Nichterlein, K., Rudgard, S., & Sonnino, A. (2015). Making Agricultural Innovation Systems (AIS) Work for Development in Tropical Countries. *Sustainability*, 7(1), 831-850.
- Alves, E., Souza, G. S., & Rocha, D. P. (2012). Lucratividade da Agricultura. *Política Agrícola*, 2, 45-62.
- Barros, F. F., & Milan, M. (2010). Qualidade operacional do plantio de cana-de-açúcar. *Bragantia*, 69(1), 221-229.
- Bastos, A. d., & Moraes, M. A. (2014). Perfil dos Fornecedores de cana-de-açúcar na região Centro-sul do Brasil. *Informações Econômicas*, 44(2), 5-16.
- Belardo, G. C., Cassia, M. T., & Silva, R. P. (2015). Processos agrícolas e mecanização da agricultura. *SBEA - Associação Brasileira de Engenharia Agrícola*.
- Bonacim, C. A., Nardi, P. C., Silva, R. L., Cruz Júnior, R., & Bonizio, R. C. (2013). Investment projects in agribusiness: cost-volume-profit analysis considering uncertainty and risk. *Custos e @gronegócio on line*, 9(1), 27-48.
- Brasil. (2015). *Valor da produção*. Recuperado de Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA: <<http://www.agricultura.gov.br>>

- Carvalho, S. A., & Furtado, A. T. (2013). O melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil e o desafio das mudanças climáticas. *Revista Gestão & Conexões = Management and Connections Journal*, 2(1), 22-46.
- Cesnik, R., & Miocque, J. (2004). *Melhoramento da cana-de-açúcar*. Embrapa, Brasília.
- Cimoli, M., & Dosi, G. (1995). Technological paradigms, patterns of learning and development: An introductory roadmap. *Journal of Evolutionary Economics*, 5(3), 243-268.
- CONAB. (2010). *Custos de produção agrícola: a metodologia da CONAB*. Brasília: CONAB.
- Danthine, J.-P., & Donaldson, J. B. (2005). *Intermediate Financial Theory*. Burlington: Elsevier Academy Press.
- Demattê, J. A., Demattê, J. L., Alves, E. R., Barbosa, R. N., & Morelli, J. L. (2014). Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for brazilian conditions. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 36(1), 111-117.
- Dunham, F. B., Bomtempo, J. V., & Fleck, D. L. (2011). A estruturação do sistema de produção e inovação sucroalcooleiro como base para o Proálcool. *Revista Brasileira de Inovação*, 10(1), 35-72.
- FAO. (2015). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015-2024*. Recuperado de FAO: <https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>
- Gírio, L. A., Dias, F. L., Reis, V. M., Urquiaga, S., Schultz, N., Bolonhezi, D., & Mutton, M. A. (2015). Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(1), 33-43.
- Landell, M. G., Campana, M. P., Figueiredo, P., Xavier, M. A., Anjos, I. A., Dinardo-Miranda, et al. (2012). *Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas*. IAC. Documento 109. Ribeirão Preto: Instituto Agronômico de Campinas.
- Malerba, F., & Orsenigo, L. (1996). The dynamics and evolution of industries. *Industrial Corporate Change*, 5(1), 51-87.
- Matsunaga, M., Bemelmans, P. F., Toledo, P. E., Dulley, R. D., Okawa, H., & Pedroso, I. A. (1976). Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Informações Econômicas*, 23(1), 123-139.
- Moraes, M. L., & Michellon, E. (2010). A inovação schumpeteriana na produção de açúcar orgânico: a usina São Francisco e o manejo agroecológico. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 18(2), 351-392.
- Nyko, D., Valente, M. S., Milanez, A. Y., Tanaka, A. K., & Rodrigues, A. V. (2013). A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? *Bioenergia - BNDES Setorial*, 37, 399-442.

- Oliveira, M. D., & Nachiluk, K. (2011). Custos da cana-de-açúcar em distintos sistemas de produção no estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, 41(1), 143-163.
- Pina, H. (1972). *A agroindústria açucareira e sua legislação*. Rio de Janeiro: APEC.
- Ripoli, T. C., Ripolli, M. L., Casagrandi, D. V., & Ide, B. Y. (2006). *Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte*. (1a ed.). Piracicaba: Ripoli.
- Sant'Anna, A. C., Granco, G., Bergtold, J. S., Caldas, M. M., Xia, T., Masi, P., et al. (2016). Os desafios da expansão da cana-de-açúcar: a percepção dos produtores e arrendatários de terra em Goiás e Mato Grosso do Sul. In G. R. Santos, *Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas* (pp. 113-143). Brasília: IPEA.
- Santos, D. F., Basso, L. F., Kimura, H., & Sobreiro, V. A. (2015). Eco-innovation in the Brazilian Sugar-Ethanol Industry: a Case Study. *Brazilian Journal of Science and Technology*, 2(1), 1-15.
- Santos, D. F., Mendes, C. C., Farinelli, J. B., & Farinelli, R. (2016). Viabilidade econômica e financeira na produção de cana-de-açúcar em pequenas propriedades rurais. *Custos e @gronegocio on line*, 12(4), 222-254.
- Santos, G. R., & Wehrmann, M. E. (2016). Desafios e caminhos da pesquisa e inovação no setor sucroenergético no Brasil. In G. R. Santos, *Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas* (pp. 259-281). Brasília: IPEA.
- Shikida, P. F. (2014). Evolução e fases da agroindústria canavieira no Brasil. *Política Agrícola*, 23(4), 43-57.
- Silva, R. C., Oliveira, T. C., Figueiredo, Z. N., & Caldeira, D. S. (2015). Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar. *Engenharia na Agricultura*, 71-77.
- SOCICANA. (2015). Informativo Produtor. *Padronização de Análise de Cana de Açúcar pela ABNT*, 2, 8. Guariba, São Paulo, Brasil: Neomarc Comunicação. Recuperado de www.socicana.com.br: http://socicana.com.br/2.0/wp-content/uploads/small_informativo-socicana-8.pdf
- UNICA. (2015). *Números finais da safra 2014/2015 e iniciais da nova safra 2015/2016*. Recuperado de Unica: <http://www.unica.com.br/noticia/27460993920325965467/numeros-finais-da-safra-2014-por-cento2F2015-e-iniciais-da-nova-safra-2015-por-cento2F2016/>