

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Modelo bioeconômico para manejo e tomada de decisão em lavoura de  
cana-de-açúcar**

**Marcos Silveira Bernardes**

Tese apresentada como parte dos requisitos para o  
Concurso de Livre-Docente junto ao Departamento de  
Produção Vegetal

**Piracicaba  
2012**



Marcos Silveira Bernardes  
Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Fitotecnia

**Modelo bioeconômico para manejo e tomada de decisão em lavoura de cana-de-açúcar**  
**versão revisada**

Tese apresentada como parte dos requisitos para o  
Concurso de Livre-Docente junto ao Departamento de  
Produção Vegetal

**Piracicaba**  
**2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Bernardes, Marcos Silveira

Modelo bioeconômico para manejo e tomada de decisão em lavoura de cana-de-açúcar / Marcos Silveira Bernardes. - - versão revisada. - - Piracicaba, 2012.

113p.

Livre-Docência - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Cana-de-açúcar 2. Modelos matemáticos 3. Sistemas de produção 4. Tomada de decisão I. Título

CDD 633.61  
B521m

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

**Dedico**

*Àos meus orientadores, mestre e guias,*

*por mostrarem que a docência só é livre se comprometida e presa ao ideário humanitário.*

*Aos professores José Dias Costa, Sílvio M. Cícero, Oswaldo Pereira Godoy (in memoriam),*

*Gil M. de S. Câmara, Ederaldo J. Chiavegato, Paulo R. de C. e Castro, Antonio R. Pereira,*

*Gerd Sparovek, Walter Rodrigues da Silva (in memoriam), Adilson Paschoal, Altino A.*

*Ortolani, Aildo Casagrande, Sizuo Matsuoka, Eurico Pinheiro (in memoriam), Jan*

*Goudriaan, Peter A. Laffelaar, Antonio Cassebe (I.E.E. Otonial Motta, Ribeirão Preto-SP),*

*Ms. Jean Andrews e Mr. Donald Chase (R.B.H.H.S., Delaware-Ohio).*

**Concebo**

*Condição essencial e necessária para ocorrer pesquisa interdisciplinar é cada um ter plena consciência de que todo e qualquer indivíduo é menos capaz e inferior que o grupo e que ele próprio não é superior em nada a qualquer outro membro do grupo.*

**Ofereço**

*A minha família e amigos,*

*Sempre perto de mim.*



## AGRADECIMENTOS

As realizações são fruto da ação positiva de pessoas. Das pequenas interferências até as cooperações continuadas e intensas, todas são de elevada significância para a conclusão de um trabalho. Nomeio abaixo aqueles que contribuíram de forma sistemática e premeditada, mas fica aqui o agradecimento geral a todos que realizaram contribuições pontuais ou que me rodearam com sentimento de amizade e companheirismo. O estímulo dados pelos professores da ESALQ quase que unânime foi primordial para recolher fôlego para dar esse passo na carreira acadêmica. Também foi essencial o apoio dos bibliotecários da ESALQ, FGV, UENF e UFRRJ, sempre prontos a garimpar “aquela informação” e orientar na organização de textos e referências.

Agradeço inicialmente ao Dr. Carlos Alberto Correa Mariz e João Antonio de Queiroz Galvão e ao M.Sc. Eng. Agro. Willy Pedro Vasconcellos Prellwitz, por liberarem a Fazenda Abadia, com respectivas informações técnicas e orçamentárias para a realização do estudo, além de participarem ativamente na elaboração e análise crítica. Aos funcionários da fazenda, João Batista e Amaro Viana pela capacidade de descrever os processos e fenômenos envolvendo a produção de cana no local, com síntese e boa vontade. Sem eles esta pesquisa seria impossível.

Em seguida ao colega Eng. Agro Maurício Lemos Mendes da Silva e equipe, nas suas gestões junto a FNP, AGRAFNP e *informa economics* FNP, pelos comentários e pela permissão de uso do modelo de planilha de custos de produção de cana-de-açúcar das inúmeras edições do AGRIANUAL.

Agradeço também aos alunos orientados de graduação e pós-graduação e profissionais Álvaro Severino de Queiroz, Ana Carolina Ribeiro Guimarães, Andre Junqueira Santos Pereira, André Luiz Vertuan, Carlos Suguitani, Cleber de Moraes, Cristiano Martins, Daniel Henrique Branco Padrão, Edson Roberto Teramoto, Jader Sahade da Silva, Jean-Sébastien François Salaud, Leonardo Naves Titoto, Luis Fernando Guedes Pinto, Marcelo Aguiar Abritta, Marcelo Calcidoni, Marcos Farhat, Máyra Martins Teixeira, Murilo de Freitas Mancuso, Norma Virginia Migone Segovia, Patrícia Renée Battie Laclau, Paulo Henrique Marques Sandoval, Pedro Augusto Minighelle Segato, Renato Junqueira Santos Pereira, Samir Lopes Sader, Soraya Dias Pires, Valmir Barbosa, Vitor Francisco Araújo de Medeiros Barbosa, com quem partilhei dos trabalhos e cujas dúvidas, comentários e conclusões geraram idéias e contribuíram para dar corpo à presente tese.





## SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 Revisão bibliográfica.....	15
2.1.1 Importância econômica e o equilíbrio entre preços e custos de produção.....	15
2.1.2 Os modelos matemáticos na agricultura.....	23
2.1.2.1 Definição.....	23
2.1.2.2 Classificação dos modelos matemáticos.....	23
2.1.2.3 Calibração, avaliação e análise de sensibilidade.....	26
2.1.3 Modelagem na cultura da cana-de-açúcar.....	27
2.1.4 Modelos bioeconômicos.....	29
2.1.5 Ecofisiologia da cana-de-açúcar e implicações com manejo.....	31
2.1.5.1 Generalidades.....	31
2.1.5.2 Clima, relações hídricas e irrigação em cana-de-açúcar.....	33
2.1.5.3 Solos e adubação em cana-de-açúcar.....	37
2.1.5.4 Competição com plantas daninhas e seu controle em cana-de-açúcar.....	38
2.2. Material e métodos.....	39
2.2.1 Caracterização da área do estudo.....	39
2.2.2 Infraestrutura e administração.....	49
2.2.3 O modelo proposto.....	49
2.2.3.1 Descrição dos módulos biológicos/agronômicos.....	50
2.2.3.2. Descrição dos módulos econômicos .....	51
2.3 Resultados e discussão.....	52
2.3.1 Avaliação do modelo.....	52
2.3.2 Simulações econômicas.....	57
2.4 Considerações finais.....	60
3 CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE.....	77



## RESUMO

### **Modelo bioeconômico para manejo e tomada de decisão em lavoura de cana-de-açúcar**

Com o objetivo de construir e avaliar modelo de crescimento, produção e de rentabilidade da cana-de-açúcar foi feito arquivo EXCEL® contendo planilhas com módulos de simulação de manejo e seus efeitos na produtividade da cana e com cálculos de custeio e investimento da atividade, tomando como base o caso da fazenda Abadia em Campos dos Goytacazes, RJ. As simulações de produtividade do modelo foram coerentes com aquelas realizadas no campo. Observou-se que a rentabilidade da atividade canavieira na região de Campos dos Goytacazes – RJ na última década tem sido pequena ao ponto de desestimular a adoção de tecnologia na forma de intensificar o manejo do canavial. Concluiu-se que a disponibilidade de informações sobre relações entre ações de manejo na lavoura cana-de-açúcar e seus respectivos reflexos no desempenho produtivo e econômico podem ser agregadas em um modelo simplificado para uso de fornecedores. A modelagem bioeconômica permite melhor manejo do canavial do ponto de vista da obtenção de melhor resultado econômico.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Modelo matemático; Sistema de produção



## **ABSTRACT**

### **Bioeconomic model for management and decision taking in sugarcane crop**

In order to built and evaluate a growth, production and a profitability model a EXCEL® file was built, containing spreadsheets as modules of crop management practices and their effects on sugarcane yield and estimates of cost and investments of this activity, using the case study of Abadia Farm in Campos dos Goytacazes, RJ - Brazil. The yield simulations with the model were coherent with actual yield of the farm. It was observed that the sugarcane profitability in the region of Campos dos Goytacazes – RJ in the last decade is small enough to the point not to stimulate technology adoption in order to intensify the management of the crop. The conclusion are that the available agronomical information about their effect on yield and economical performance may be aggregated in a simple model for farmers use and that bioeconomic modeling permit better sugarcane crop management in order to optimize economical performance of the activity.

Keywords: Sugarcane; Mathematical modeling; Production system



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e de seus derivados e também um grande consumidor (AGRAFNP, 2010). A globalização do mercado e a intensificação das exigências do consumidor e da sociedade levaram a uma ampliação dos objetivos e dos desafios dos produtores agrícolas. A viabilidade da produção canavieira depende da otimização do sistema de produção como um todo e da sustentabilidade do uso dos recursos. Há diversas evidências de que, após a liberação do mercado pelo governo brasileiro em 1998, os custos de produção de cana não são cobertos pelas receitas geradas com sua comercialização. Assim, compreender como as decisões tomadas pelos produtores afetam a economicidade da atividade adquire caráter prioritário de pesquisa.

O conhecimento disponível sobre a ecofisiologia da cana-de-açúcar, climatologia agrícola e os avanços na informática permitiram a criação de modelos ecofisiológicos, que são importantes para entendimento, ensino e previsão do desempenho da cultura sob determinadas condições ambientais. Há vários modelos todos eles com diferentes graus de precisão, detalhamento e objetivos, que permitem interação do modelador. Entretanto, o ambiente econômico é aquele que traz maior vulnerabilidade à cultura. Assim, a busca por eficiência deve considerar antes de tudo a economicidade da atividade. Os estudos publicados de casos autênticos e tangíveis em gestão agrônoma e econômica são bastante escassos, especialmente aquele com ferramentas de previsão de produção acoplada ao desempenho econômico para nortear as decisões dos produtores. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi de conceber, organizar, construir e avaliar um modelo bioeconômico para aplicação em escala de empreendimento médio e fazenda e de avaliar o desempenho biológico da cana-de-açúcar concomitantemente com a rentabilidade da lavoura, perante a simulação de diferentes cenários de intensidade de manejo que gerem custos e produtividades variáveis que combinados calculam o resultado econômico. Utilizou-se um estudo de caso de uma propriedade rural canavieira para construir e avaliar o modelo. A hipótese que “a disponibilidade de informações sobre relações entre ações de manejo na lavoura cana-de-açúcar e seus respectivos reflexos no desempenho produtivo e econômico podem ser agregadas em um modelo simplificado para uso de fornecedores” foi testada através da concepção e construção de ferramenta computacional de geração de cenários, avaliação desta ferramenta comparando-a com dados coletados e estabelecimento de estratégias de gestão. Adicionalmente foram traçados comentários sobre a economicidade da lavoura canavieira na escala de fornecedores de cana.





## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Revisão bibliográfica**

#### **2.1.1 Importância econômica e o equilíbrio entre preços e custos de produção**

A cana-de-açúcar é uma planta de ampla utilidade. No complexo agroindustrial são diversos os seus produtos, sendo os principais o açúcar, derivado da sacarose, composto principal da sua comercialização, o álcool etílico, incluindo anidro e hidratado, o bagaço, subproduto do processamento da cana, cuja combustão fornece energia, o melaço, ou mel final, reciclado na destilaria para produzir aguardente, ou utilizado nas rações do gado, nas indústrias alimentares e farmacêuticas e a levedura também utilizada em rações. No consumo in natura estão os colmos comercializados para produção de garapa ou caldo de cana de consumo como refresco ou suco (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011; FNP, 2004). Em diversos locais no Brasil, vende-se o colmo descascado como guloseima em feiras, praias e lugares públicos, p.ex. os roletes de cana na Bahia. Serve também para a alimentação de gado sendo cortada diretamente como forragem ou ensilada.

No Brasil, a produção de cana é realizada pelas usinas, em terras próprias ou arrendadas, e por fornecedores. Entre estes, os pequenos e mini produtores são maioria (CÂMARA; BERNARDES, 2000). O número relatado de fornecedores de cana no Brasil era de 39 mil em 2002 (MIGONE SEGOVIA, 2004), atingindo mais de 50 mil em 2011 (AGROLINK, 2011). No Estado de São Paulo relata-se atualmente mais de 13 mil fornecedores (ESPERANCINI; MIGUEL, 2009) e no Norte Fluminense mais de 10 mil (BERNARDES et al., 2006; VEIGA et al., 2006), responsáveis por algo em torno de 30% da matéria prima transformada nas usinas.

Em 2008 a cultura da cana-de-açúcar ocupava 24,4 milhões de hectares no mundo, uma fração de unidade percentual da área com agricultura do planeta. Nessa área produziu-se 1,7 bilhões de toneladas de colmos, matéria prima de 70% do açúcar do mundo, diante de 30% de beterraba. Em 2010 no Brasil, a área cultivada com a cultura atinge 8,8 milhões de hectares, ou seja, aproximadamente 3% da área agrícola do país, onde se produz 698 milhões de toneladas de colmos (AGRAFNP, 2010). O consumo de etanol na frota nacional é consagrado, enquanto que no mundo o comércio desse combustível alternativo ainda engatinha (BARROS; BACHI, 2008). Apesar da grande importância na agricultura brasileira e do papel chave e essencial de seus produtos no mercado internacional, sendo o açúcar um

dos precursores do comércio internacional moderno a partir do século XVI (CÂMARA; BERNARDES, 2000) ainda é uma lavoura de pequena relevância na escala mundial. Provavelmente, essa é a razão da ausência de pesquisas com essa planta nos países desenvolvidos e da lentidão no desenvolvimento de tecnologias industriais apropriadas, entre elas de máquinas para mecanização da lavoura (BERNARDES, 2008a). Comparado com os principais países produtores de cana-de-açúcar, o Brasil tem investido pouco em pesquisa básica (BERNARDES, 2005), apesar de apresentar contínuo e constante aumento de produtividade (AGRAFNP, 2010; BEAUCLAIR, 2008; FNP, 2004; HOMEM DE MELO, 2002; GONÇALVES; VEIGA FILHO, 1998).

A participação do Brasil no mercado internacional de açúcar cresceu fortemente a partir de 1991, com a redução da capacidade do maior exportador na ocasião – Cuba – em sustentar sua produção canavieira que, até então, era mantida sob proteção da União Soviética, desmembrada nessa época. O protecionismo sempre foi uma característica chave do mercado internacional de açúcar (BURNQUIST; BRACALE; 1998, CÂMARA; BERNARDES, 2000). Essa *commodity*<sup>1</sup> – palavra copiada da língua inglesa que significa mercadoria, produto primário de grande participação no comércio internacional – como todas as demais commodities agrícolas, passa por um processo de redução de valor real conhecido como “baixa tendencial” ou “declínio secular” dos preços (FRY, 1998; GOUYON, 1995; MAZOUYER; ROUDART, 1998; TINKER, 2000), não fazendo sentido comparar o comportamento dos preços agrícolas com o do petróleo (JANK et al., 2007). Na Figura 1 verifica-se que o preço real do açúcar no mercado internacional na década de 1990 era de um terço daquele em 1860, seguindo uma tendência de queda contínua.

Até 1998 no Brasil, os preços eram administrados pelo governo federal de forma a garantir a rentabilidade da lavoura (BURNQUIST, 1998; VEIGA et al., 2006). Dessa forma, os preços reais, em dólares americanos deflacionados, mantinham-se praticamente inalterados (FNP, 1995; CEPEA, 1988, 1992, 1996, 2001)

A desregulamentação do setor canavieiro no Brasil em 1998, escancarada na gestão FHC do governo federal e continuada na gestão Lula trouxe marcantes mudanças para os produtores, tendo como regra o aperto de caixa. A liberalização do mercado aumentou a variação de preços durante e entre as safras e até recentemente provocou queda nos seus valores, sendo os efeitos maléficos causados ao produtor atenuados por aumento de produtividade e suposta redução de custo. De qualquer forma, os desafios foram imensos para

---

<sup>1</sup> **Dicionário Aurélio Eletrônico** Século XXI, versão 3.0, nov. 1999, Copyright © Editora Nova Fronteira.

adaptação à ausência de política governamental concatenada com as necessidades do setor (BACCHI, 2008; GONÇALVES; VEIGA FILHO, 1998). No ano da desregulamentação do setor sucroalcooleiro a professora Heloisa (BURNQUIST, 1998) foi profética ao observar que a adequação tinha sido particularmente difícil e que, sem mudanças nas políticas, os problemas poderiam persistir ou serem agravados. Na falta de políticas adequadas, nos três anos seguintes a produção regrediu aproximadamente 10 milhões de toneladas anuais e somente em 2001 voltou a atingir valores similares aos de 1998. O preço da cana caiu fortemente em 1999 e depois apresentou pequena recuperação anual, demonstrando que a oferta em queda não recompunha o preço do produto (AGRAFNP, 2010; FNP, 2004).

*Preços do açúcar  
em dólares constantes por libra*

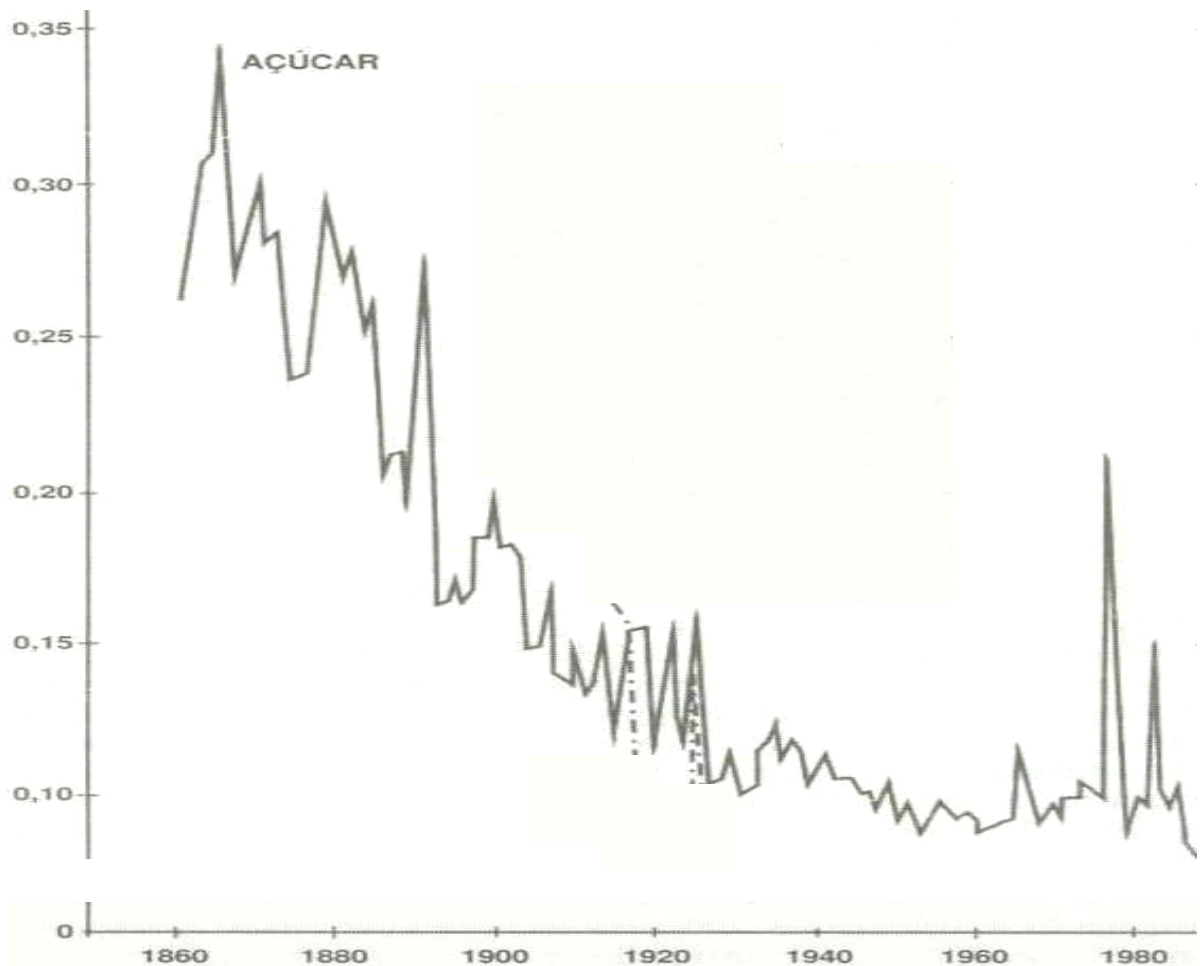


Figura 1 – Baixa tendencial de preços reais do açúcar no mercado internacional e suas flutuações  
(MAZOYER; ROUDART, 1998)

Diante do desafio de viabilizar o negócio, produtores e industriais criaram mecanismo de remuneração da cana, justo para ambas as partes (SILVA, 1998). O Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - CONSECANA foi formado no momento que o Governo Federal encerrou a intervenção no mercado do setor,

criando um método de pagamento de cana no qual o fornecedor da matéria prima recebe uma parcela do faturamento obtido pela unidade industrial descontado os custos de produção industrial. O valor da cana é quantificado com base no seu conteúdo de açúcares totais recuperáveis (ATR) aplicando a seguir o fator de participação do fornecedor, do que resulta o preço bruto por tonelada de cana. O CONSECANA é uma associação civil, sem fins lucrativos, formada por produtores de cana e industriais produtores de açúcar e álcool. A Diretoria é composta de 5 membros indicados pela UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar e 5 membros indicados pela ORPLANA – ORPLANA Organização dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo. A Câmara Técnica e Econômica – CANATEC é formada por 6 representantes da ORPLANA e 6 representantes da UNICA, cuja função é dar respaldo técnico e econômico às decisões da Diretoria (UDOP, 2011).

Essa adaptação não foi suficiente para estabilizar preços (Figura 2), uma vez que o governo não fez sua parte. Os necessários estoques (BACCHI, 2008) e os propalados mecanismos modernos, para dar estabilidade ao mercado de açúcar e álcool em substituição aos “primitivos” (porém adotados pelas nações mais ricas e desenvolvidas do mundo) instrumentos de subsídios, cotas e preços administrados (GHOBRIEL, 2001) nunca foram implementados. O fracasso do governo em articular o mercado fica comprovado nas recentes medidas da Agência Nacional do Petróleo (ANP) propaladas para conter os preços dos combustíveis: importar álcool e imitar a dona de casa de famílias carentes diante do aumento da demanda, que é o de “botar água no feijão”, no caso da ANP, de adicionar água ao álcool anidro (CREDENDIO; COIMBRA, 2011).

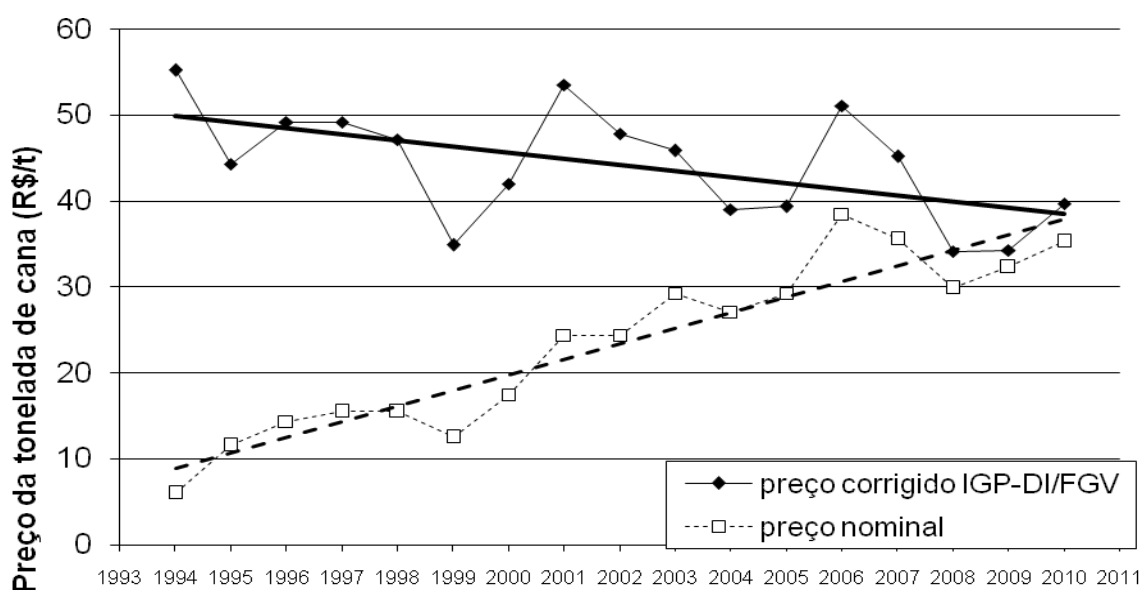


Figura 2 – Tendência de queda de preços reais da tonelada de cana-de-çúcar no Brasil no período 1994-2010 e suas flutuações (dados de FNP e AGRAFNP, ajustados pelo autor)

A crise de preços a partir de 2007 levará o país a experimentar nova queda de produção na safra de 2011 mesmo com uma elevação acentuada de preços internacionais na safra 2010 (AGRAFNP, 2010; CARVALHO, 2011). Os preços internos não se elevam tanto em razão da valorização da moeda nacional perante o dólar americano. O mercado livre se mostra incapaz de propiciar oferta de produtos essenciais a preços estáveis. Exportadores de produtos do setor sucroalcooleiro com aplicações em moeda estrangeira beneficiam-se, porém os produtores agrícolas de cana não participam das vantagens de uma demanda forte no mercado internacional.

Nas dez safras analisadas por Silva (2008), somente em 4 delas o preço da cana, calculado através do modelo CONSECANA, remunerou os custos totais. Em outras 5 safras o preço remunerou o custo operacional e parcialmente o custo de arrendamento e na safra 1998/1999 não remunerou sequer o custo operacional. Coerentemente, estudos conduzidos pelo Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP em convênio com a Confederação da Agricultura, Pecuária do Brasil – CNA (MARQUES, 2009; PECEGE, 2010; XAVIER et al., 2009) mostraram que, na melhor das hipóteses, o preço recebido pelo fornecedor de cana paga somente o custo operacional e parte da depreciação. Em nenhum dos casos houve remuneração da terra, do capital e do trabalho do proprietário rural. O mesmo raciocínio se aplica às usinas, que tem realizado resultados negativos. Beiral (2011), partindo da discussão sobre possível responsabilidade por elevação de preços, demonstrou que, pelo menos para etanol, nem as usinas e tampouco as distribuidoras de combustível exercem poder de mercado e que a conduta desses dois elos da cadeia produtiva está mais próxima à concorrência perfeita. Pelo visto, a situação de “impressionante redução de custos de produção do etanol (cerca de 70%), e por outro, no aumento do preço internacional do petróleo, tornou-se (sic.) este combustível altamente competitivo em relação à gasolina, tanto no mercado interno, quanto no externo” (LEITE; CORTEZ, 2007) durou somente o tempo para publicar mais um artigo. Estaríamos diante de uma nova forma de escravidão dos produtores pela sociedade? A pergunta fica para ser respondida pela sociologia e antropologia.

Na cana-de-açúcar esse quadro de riscos de baixa remuneração da atividade, com preços de cana em queda ou oscilantes exigem adaptação do produtor para aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção (BEAUCLAIR, 2008; ESPERANCINI; MIGUEL, 2009; FNP, 2004; HOMEM DE MELO, 2002; GONÇALVES; VEIGA FILHO,

1998). Não é o que se vê quando analisamos as tendências de maior incremento dos custos de produção do que dos preços da tonelada de cana (Figura 3).

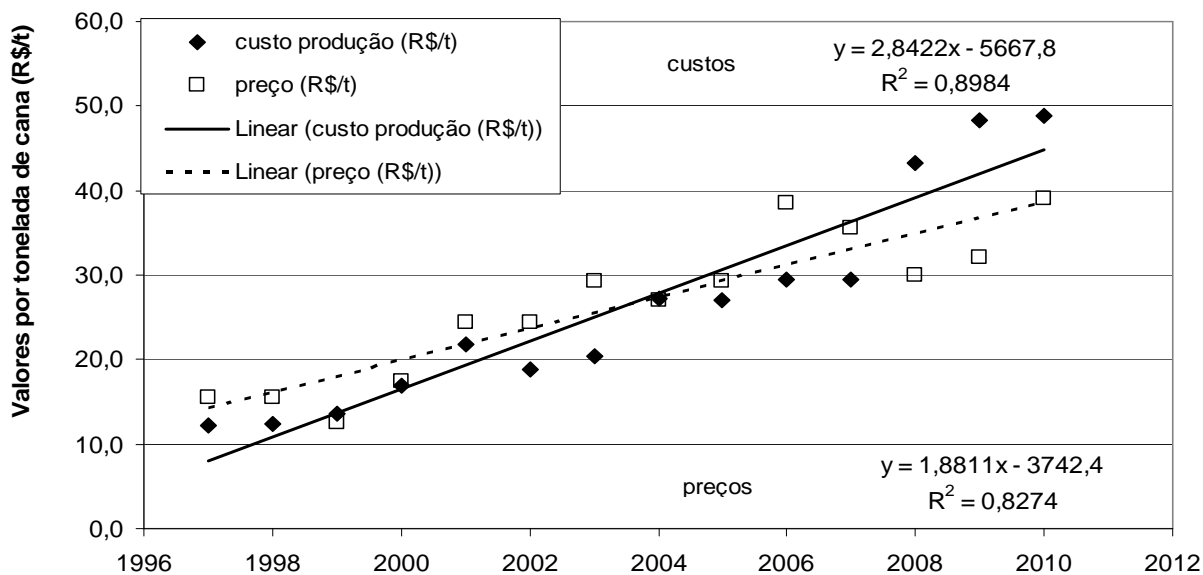


Figura 3 – Tendência de maior incremento de custos de produção do que dos preços nominais da tonelada de cana-de-çúcar no Brasil no período 1997-2010 (dados de FNP e AGRAFNP, ajustados pelo autor)

Diante do contexto da crise agrícola na década de 80, Hoffman e Silva<sup>2</sup> (1990, apud ALONSO; BANDEIRA, 1990; MARIN; WAQUIL, 2000), verificaram que os recursos destinados ao financiamento do setor foram reduzidos drasticamente. Os preços recebidos pelos agricultores declinaram nitidamente e os custos de produção aumentaram em razão dos choques no preço do petróleo e da aceleração da inflação. Os produtores foram forçados a realizar transformações nos processos produtivos para viabilizar seus empreendimentos, através da racionalização no uso de insumos, da utilização mais adequada dos solos e do aumento do consumo de fertilizantes por unidade de área, tendo como conseqüência o aumento da produtividade em diversas culturas. Seria possível repetir o processo no novo quadro mundial. De acordo com Schuh<sup>3</sup> (1974 apud HOMEM DE MELO, 2002), para tal haveria necessidade de manter disponível a capacidade instalada de pesquisa para gerar inovações. Entretanto, pelo menos para economias de alta renda, a tendência identificada por

<sup>2</sup> HOFFMAN, J.H.; SILVA, P.R.N. Agropecuária-agricultura 89: expressão das mudanças de uma década. **Indicadores econômicos FEE**, v. 17, n. 4, p. 61-70, 1990.

<sup>3</sup> SCHUH, G.E. The exchange rate and U.S. agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 56, n. 2, p. 1-13, 1974.

Antle<sup>4</sup> (1999, apud HOMEM DE MELO, 2002) é de ocorrerem menores investimentos na pesquisa agrícola convencional. Pode-se dizer que esse também é o caso do Brasil, onde as agências de fomento à pesquisa têm concentrado seus investimentos em estudos de biotecnologia enquanto que os desafios de inovação têm caráter muito mais amplo e exigem estudos de natureza interdisciplinar muitas delas embasadas em experimentação convencional de forma a elevar a efetividade integral do sistema de produção (BEAUCLAIR, 2008; BERNARDES, 2005; 2008b). Rodrigues (2007) já alertava que os orçamentos governamentais para a pesquisa agrícola estavam aquém do necessário.

Sem inovação efetiva e ampla do sistema de produção não é possível realizar concomitantemente o incremento de produtividade e a redução de custos. Como regra, maiores produtividades são obtidas com aumento dos custos. Os ganhos de rentabilidade econômica em termos de receita líquida ocorrem no intervalo entre as inflexões, onde o aumento do custo unitário é menor do que o incremento de produtividade, conforme se observa na Figura 4. Essa relação tem sua base teórica vinculada a dois fenômenos da ecologia de produção. O primeiro é o do retorno marginal decrescente, que estabelece que cada incremento em produtividade requer um acréscimo cada vez maior na disponibilidade do fator de produção. O segundo é a lei do mínimo, que estabelece que a produtividade é proporcional à disponibilidade do fator mais limitante. Podemos acrescentar um terceiro fenômeno, esse ligado à economia, que é a queda tendencial dos preços agrícolas, onde à medida que a produtividade aumenta os preços caem, fazendo com que a função do valor da produção (receita bruta) não seja mais uma reta. Essa discussão das interações da ecologia de produção com o ambiente econômico vinha preocupando o professor de Wit (1994) já nos seus últimos anos entre nós (BERNARDES, 2010).

---

<sup>4</sup> ANTLE, J.M. The new economics of agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 81, n. 5, p. 993-1010, 1999.

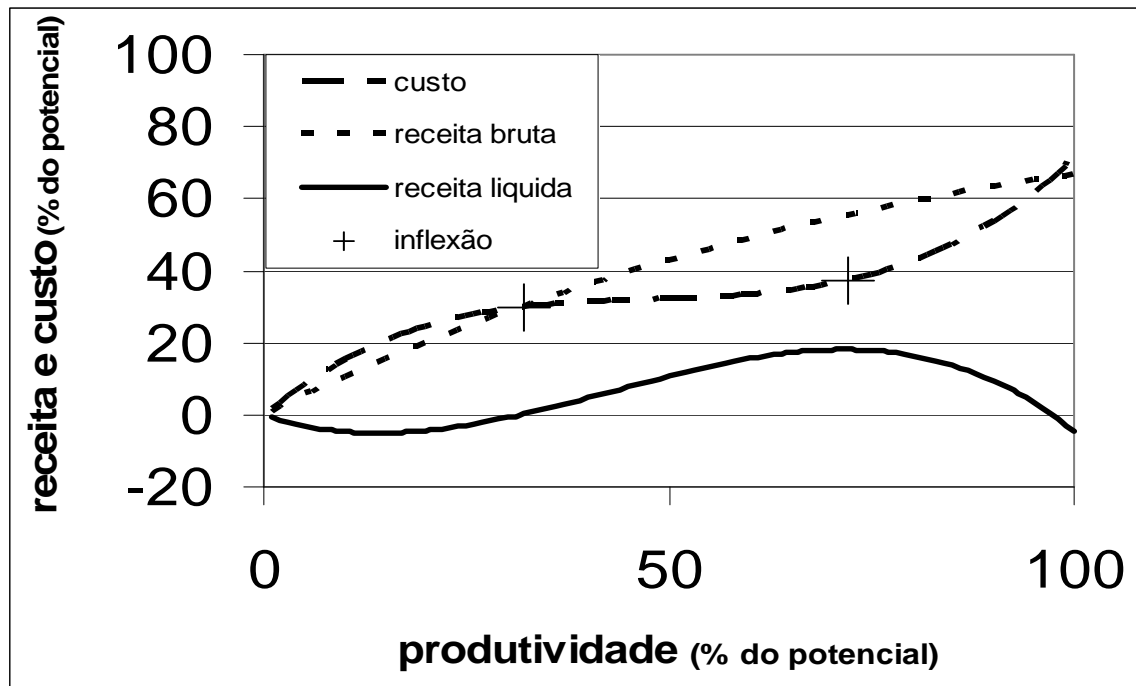


Figura 4 – Custos de produção em dependência das metas de produtividade dos sistemas agrícolas, em valores proporcionais (%) e fictícios (de Wit, 1994, ajustados pelo autor)

Em uma primeira fase, o custo cresce sem um acompanhamento proporcional da produtividade. Em uma segunda fase, a cada aporte de tecnologia se ganha proporcionalmente muito mais em produtividade e a receita líquida cresce junto. Em uma terceira fase, com a resposta decrescente em produtividade a cada novo aporte, a receita líquida decresce e finalmente volta a ser negativa. O manejo ótimo seria a combinação dos fatores de produção que resultasse na máxima rentabilidade e não aquela que gerasse máxima produtividade. Nesse último caso, a agricultura transforma-se numa atividade parecida com a corrida dos cachorros para morder a própria cauda (BERNARDES, 2010).

Para uma cultura perene, onde a longevidade é tão importante quanto a produtividade anual (CÂMARA; BERNARDES, 2000), a redução emergencial de custos pode ser uma estratégia de sobrevivência no curto prazo mas implica em redução da eficiência física do sistema produtivo no médio e longo prazo e conseqüentemente do resultado econômico da atividade. A busca de solução otimizada, com tantas variáveis envolvidas, fica difícil sem ferramentas computacionais para o planejamento, gestão e manejo da lavoura (BEAUCLAIR, 2004). O desenvolvimento da cultura canvieira necessita de um aprimoramento tecnológico contínuo na ampliação do período de colheita, redução dos custos de infra-estrutura das usinas, na introdução de variedades, no planejamento da época de plantio e de colheita para conciliar máxima produtividade de colmos e riqueza em sacarose, porém aliada a



variabilidade de maturação ao longo da safra. Os modelos são ferramentas interessantes para esta previsão em função dos múltiplos fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento (BEAUCLAIR, 2004).

Fornecedores de cana raramente possuem administração fundamentada sequer em contabilidade agrícola (CÂMARA; BERNARDES, 2000), o que levou ao esforço da CNA para desenvolver o software Campofuturo para auxiliar o produtor a calcular e interpretar seus custos de produção. Tem as características de praticidade e simplicidade que facilitam sua utilização (MARQUES, 2010). Tal sistema de coleta e agregação de dados e coeficientes técnicos e econômicos realiza uma análise da informação, porém, não apresenta um sistema de simulação de cenários para tomada de decisão, o que só pode ser obtido com modelos matemáticos.

## **2.1.2 Os modelos matemáticos na agricultura**

### **2.1.2.1 Definição**

Um sistema sendo uma simplificação da realidade, um modelo é a representação deste sistema. Um modelo matemático permite quantificar o desempenho de um sistema. Ele pode ser uma equação ou conjunto de equações, que devem operar e expressar um sistema real e simular suas mudanças, se o sistema for dinâmico (BERNARDES et al., 1998). Assim, a modelagem permite:

- organizar os conhecimentos para facilitar o entendimento do funcionamento de um sistema,
- auxiliar na interpretação de resultados experimentais,
- resumir grande quantidade de informações sobre um sistema,
- identificar informações em falta para entender o funcionamento de um sistema,
- fazer interpolações e previsões a partir de simulações,
- sugerir prioridades de recursos e linhas de pesquisa,
- simular situações não experimentáveis.

### **2.1.2.2 Classificação dos modelos matemáticos**

Os dois principais tipos de abordagem no uso de modelos matemáticos são a empírica e a mecanística (TORNLEY, 1976). Os modelos empíricos descrevem relações entre variáveis sem referir-se a qualquer estrutura biológica ou física que possa existir entre elas. Eles são

baseados em experiências e observações, excluindo os sub-sistemas a priori, e operam com uma mesma escala de organização entre variáveis de entrada e resultados. São geralmente satisfatórios para uso em previsão interpolando dentro da faixa de valores na qual foram desenvolvidos. Já os modelos mecanísticos, também chamados de explanatórios, mais complexos, desenvolvem funções matemáticas que representam os conhecimentos e as hipóteses que relatam o comportamento observado dos fenômenos. Eles são utilizados para previsão, inclusive em faixa que extrapole aquela na qual foram desenvolvidos. Os modelos explanatórios de simulação, aplicados ao sistema solo-planta-atmosfera, descrevem os processos fisiológicos da planta e do solo, fisicamente ou quimicamente. Ao contrário dos modelos empíricos, os modelos explanatórios explicam fenômenos pelo desempenho dos subsistemas na escala inferior (de WIT, 1982).

Penning De Vries (1982) et al. (1989) classificam estes modelos, que analisam o sistema na sua integralidade e descrevem os processos inter-relacionados quantitativamente em: preliminares, compreensivos e simplificados (Tabela 1). Os modelos preliminares têm estrutura simples. Os compreensivos representam o sistema no qual os elementos essenciais são entendidos e incorporados. Modelos simplificados são resumos dos modelos compreensivos, deixando-os acessíveis para não especialistas. Devem ser construídos por cientistas, experientes com modelagem e com o sistema real em estudo, e que tenham contato com usuários potenciais, cuja contribuição vai da compreensão do sistema real até a sugestão dos rumos e do alcance da simplificação.

Tabela 1 - Comparação entre os três tipos de modelos explanatórios quanto ao seu valor de previsão, científico, instrutivo e de aplicabilidade

Tipos de modelos explanatórios	Valor de previsão	Valor científico	Valor instrutivo	Valor de aplicabilidade
Modelos preliminares	+	+++	++	+
Modelos compreensivos	++	+++	+	++
Modelos simplificados	+++	+	+++	+++

Fonte: Penning De Vries (1982) et al. (1989).

No entanto, essa divisão deve ser considerada com reserva, uma vez que um modelo pode apresentar um certo grau de empirismo podendo, dessa forma, ser mais ou menos mecanístico. Dessa forma, não podem ser rigorosamente classificados (BERNARDES; TERAMOTO, 2007; TORNLEY, 1976), mas sim de uma forma comparativa, com um determinado tipo ou classe de modelo contraposto ao outro.

A dualidade empírico - mecanístico é melhor explicada por de Wit (1982), para quem os modelos empíricos ou, como ele chama, descritivos mostram a existência de uma relação entre os elementos sem maiores explicações do funcionamento do sistema e das relações causa/efeito. Já os modelos mecanísticos ou, como ele chama, explanatórios, são aqueles que permitem o entendimento de um sistema com base no conhecimento obtido por experimentação nos níveis inferiores de organização. Assim, as propriedades de uma membrana podem ser melhor entendidas e explicadas pelo estudo das moléculas e organelas que as compõem. O nível inferior de organização explica o desempenho do sistema no nível imediatamente superior. Alguns modelos explanatórios tem detalhamento suficiente nas escalas explanatórias fazendo com que não seja necessário avaliá-lo por comparação com o sistema real como são os casos de modelos astronômicos ou de navegação espacial. Entretanto, em biologia os modelos são tão rudimentares que precisam ser avaliados, em um processo heurístico de melhoria gradual e contínua onde a identificação das discrepâncias entre o modelo e o sistema real leva a novos estudos do sistema real que aprimoram o modelo, com detalhes no nível explanatório, seguidos de novas comparações como o sistema real.

Na década de 80, começou o desenvolvimento dos modelos fisiológicos de previsão de safra. Tais modelos procuram simular o crescimento e o desenvolvimento das plantas usando relações fisiológicas como fotossíntese, produção de fitomassa, florescimento, enchimento de grãos e uso de água pela cultura, entre outros. Os modelos ecofisiológicos integram as

relações entre os fatores do ambiente, como clima, solo e as intervenções humanas, com a fisiologia da planta, para assim definir e quantificar um ecossistema agrícola. Assim, estes modelos procuram quantificar os efeitos do ambiente no crescimento e na produtividade das culturas (PENNING DE VRIES et al., 1989).

Os modelos de simulação de crescimento podem ser: (i) modelos científicos que auxiliam no entendimento dos processos fisiológicos e interações no ecossistema agrícola, ou (ii) modelos de engenharia que utilizam a ciência para resolver um determinado problema como manejo de irrigação ou otimização do uso de nitrogênio. Matthews et al. (1995) propõem separar os modelos utilizados para pesquisas, daqueles para tomadas de decisão ou dos usados como ferramenta para treinamento e educação.

Os modelos são ferramentas adaptadas para responder a estas questões. Sendo a cana uma planta de ciclo relativamente longo, a sua modelagem pode diminuir os custos de experimentos de campo, reduzindo as superfícies e amostras necessárias de experimento de campo. No mesmo sentido, o grande número de cenários encontrados nesta cultura aumenta a necessidade de desenvolver modelos ecofisiológicos (SILVA; BERGAMASCO; BERNARDES, 2000).

### **2.1.2.3 Calibração, avaliação e análise de sensibilidade**

Calibrar um modelo consiste no ajuste de seus parâmetros para que as variáveis reproduzam, com a maior proximidade possível, um conjunto de dados observados. A calibração procura a reprodução, a mais fiável possível, dos fenômenos naturais e por consequência consiste da tentativa de obter-se uma concordância entre os dados medidos no campo e os resultados simulados. Uma re-calibração pode ser feita para reajustar os parâmetros para condições diferentes como, por exemplo, para simular em solos ou culturas diferentes. A calibração somente é justificável se houver grande precisão na coleta de dados. Caso contrário, o modelo que é normalmente baseado em teorias confiáveis é distorcido unicamente para poder gerar resultados que coincidam com os dados coletados (MATTHEWS, 1995). A calibração pode levar à degeneração de modelos explanatórios para modelos descritivos (de WIT, 1982).

A avaliação consiste na comparação dos resultados simulados com as observações. Esta comparação permite apreciar o desempenho do modelo em varias situações. A avaliação baseia-se sobre um registro completo dos fatores que influam sobre o crescimento e o

desenvolvimento da planta, como o clima, o solo, as intervenções agrícolas (LIU; BOTNER; SAKAMOTO, 1989).

A análise de sensibilidade é um teste da reação do modelo à mudança de parâmetros. Este teste revela se alterações em parâmetros produzem ou não mudanças significativas nos resultados simulados. É uma maneira interessante para avaliar quais parâmetros são mais sensíveis aos efeitos do ambiente ou do manejo sobre a produtividade (GABRIELLE; MENASSERI; HOUOT, 1995).

### **2.1.3 Modelagem na cultura de cana-de-açúcar**

A viabilidade econômica de qualquer exploração depende da produtividade do sistema. Os modelos fisiológicos são importantes ferramentas para estimativa da produtividade e para orientar o manejo e o planejamento da produção. Baseado sobre o entendimento do funcionamento do agroecossistema, esta ferramenta qualifica e quantifica as interações que existem entre o clima, a planta e o solo, a partir de equações matemáticas. Num contexto de otimização econômica e de produção sustentável, a pesquisa deve enfrentar uma grande variedade de problemas biofísicos e socioeconômicos e geralmente exige tempo e recursos financeiros importantes. Os modelos permitem avaliar, a partir de simulações, a influência de vários cenários técnicos sobre a produção, rapidamente e a baixo custo (PENNING DE VRIES, 1989).

A modelagem na cultura de cana-de-açúcar começou nos anos 80 nos países que cultivam cana, como Austrália e África do Sul. Apesar da importância da cultura da cana-de-açúcar do Brasil no cenário mundial, poucos estudos foram realizados com modelos matemáticos adaptados às variedades e condições brasileiras. A maior parte dos estudos com modelos foram utilizados somente para pesquisas (SILVA; BERGAMASCO; BERNARDES, 2000). No Brasil, o modelo SIMCANA foi construído por Pereira e Machado em 1986, mas não foi avaliado ou utilizado em larga escala ou em comparação com dados de plantios comerciais (BERGAMASCO et al., 2002; SILVA; BERGAMASCO; BERNARDES, 2000).

Os modelos mais utilizados para simular a produção de açúcar e a biomassa seca e fresca dos colmos industrializáveis são: i) MOSICAS, do CIRAD na França e na Ilha Reunião, ii) Agricultural Productions Systems Simulator (APSIM-sugarcane), iii) Q-CANE da Austrália e iv) CANEGRO da África do Sul. Os quatro modelos baseiam-se em conceitos e definições de variáveis de estado e fluxos diferentes entre si. Entretanto, usam a mesma seqüência de passos para simular a produção de açúcar, através da seqüência de três eventos:

- interceptação da radiação incidente fotossinteticamente ativa, onde a taxa de crescimento da área foliar e o índice de área foliar *lai* ( $m^2$  de folha por  $m^2$  de solo) são estimados a partir da temperatura do ar e da partição de fotoassimilados,
- conversão da radiação útil interceptada em biomassa,
- partição desta biomassa nos diferentes componentes da planta, entre eles as folhas, os colmos e o açúcar.

A falta de documentação disponível sobre os modelos existentes e alguns aspectos que limitavam seu uso, associados à demanda dos produtores e industriais do setor canavieiro na Ilha de Reunião, estimularam o CIRAD a construir um novo modelo de simulação de crescimento da cana-de-açúcar, chamado MOSICAS. Este modelo ecofisiológico permite, a partir de variáveis de entrada meteorológicas, do solo, da planta e do manejo cultural, de calcular variáveis como a evapotranspiração, soma térmica; capacidade de água disponível (CAD) do solo, taxa de drenagem; crescimento, partição, morfologia e produtividade da planta, entre outros (MARTINÉ, 2003). O modelo MOSICAS pode ser considerado como explanatório pela classificação de Penning De Vries et al. (1989).

As simulações para o desenvolvimento do modelo e sua calibração na Ilha de Reunião foram realizadas com parâmetros da variedade R570, largamente plantada naquelas condições. Funciona com intervalo de cálculo diário, plataforma de simulação chamada de “Simulateur d’expérimentations” – SIMULEX, criada para facilitar o uso de modelos como o MOSICAS, e possui uma ferramenta de ajuda à decisão para o manejo de grandes áreas de culturas agrícolas. Um Sistema de Informação Geográfica - SIG foi integrado para organizar no espaço, os resultados simulados (MARTINÉ; COMBRES; MÉZINO, 2001; MARTINÉ et al., 1999; TODOROFF et al., 2000).

Mais recentemente foi feito esforço da pesquisa para adaptar esse modelo ao Brasil. Laclau (2005) e Suguitani (2006) demonstraram a amplitude de resultados gerados pelo modelo MOSICAS, que descreveu com precisão o desempenho de variedades nacionais em condições climáticas no Estado de São Paulo. Barros (2011) e Marin et al. (2010) parametrizaram, avaliaram e traçaram cenários com o modelo CANEGRO sobre desempenho da cultura de cana-de-açúcar e resposta a manejo, em condições climáticas brasileiras.

Nos dois casos, dos modelos MOSICAS e CANEGRO, o grande número de variáveis de entrada que exigem praticamente inviabiliza a sua utilização por pequenos produtores e mesmo para algumas usinas (BERGAMASCO et al., 2002; INMAN-BAMBER, 1991; O’LEARY, 2000; SILVA; BERGAMASCO; BERNARDES, 2000).

No Brasil, a modelagem como ferramenta de manejo e planejamento ainda não é muito desenvolvida e utilizada, devido à falta de modelos adaptados às condições brasileiras, de produtores ou técnicos treinados, e de material de informática. Assim, apesar do país ter a produção e a área cultivada de cana-de-açúcar mais importante do mundo, os seus produtores pouco utilizam dos processos de modelagem na fase agrícola da cana-de-açúcar. As pesquisas sobre os efeitos de diversos cenários de adubação, irrigação, espaçamento, controle de pragas e doenças na produtividade são inúmeras. Mas os estudos que inter-relacionam os fatores do ambiente como clima e solo com a fisiologia da cana e seu reflexo no crescimento, na produtividade e no desempenho econômico da atividade ainda estão restritos aos meios acadêmicos.

#### **2.1.4 Modelos bioeconômicos**

A literatura sobre pesquisas com sistemas de produção tem enfatizado a necessidade de enfoque multidisciplinar, p.ex. abrangendo a economia dos sistemas a partir de seus componentes de ecologia de produção até aqueles de custo e receita. Numa primeira instância, são feitos pela análise da lucratividade comparativa entre modalidades de uso da terra através de orçamentos simplificados ou mesmo de técnicas de fluxo de caixa com descontos, envolvendo campos de lavouras ou propriedades agrícolas integrais. Entretanto, o grande número de possíveis combinações de forma de uso do solo deve ser analisado economicamente antes de comprometer os produtores com um sistema de produção, o que é particularmente importante para aqueles de longa duração. Avaliações que consideram somente produtividade como indicativo de escolha do sistema só se justificam quando a disponibilidade de terras é o maior fator de limitação que, no entanto não é o caso na agricultura brasileira, onde a rentabilidade econômica é o principal. A programação linear é uma metodologia que pode otimizar a combinação de fatores para a busca da lucratividade máxima (WOJTKOWSKI, 1989). O desempenho econômico da atividade canavieira tem sido bastante estudado em situação genérica considerando-se parâmetros e resultados para condições médias. Normalmente, nessas avaliações de rentabilidade considera-se um sistema de produção estanque e simula-se o resultado econômico em função da variação dos custos dos fatores de produção e dos preços dos produtos, trabalho e maquinário, a exemplo das planilhas apresentadas no Agriannual (AGRAFNP, 2010; FNP, 1995, 2004, 2008).

Avanço tecnológico em computação tem permitido ampliar a utilização de modelagem com programação linear. Permite otimizar a combinação de fatores, bastante utilizada e

desenvolvida recentemente, deve ter objetivo único, p.e. a maximização do lucro ou a minimização de custos; as variáveis de decisão devem ser definidas, p.ex. tipos de adubos a serem aplicados na lavoura de cana-de-açúcar, e sujeitas a restrições representadas pelas equações matemáticas com seus limites, p.ex. exigências nutricionais da cana-de-açúcar e a disponibilidade de capital para sua aquisição (CAIXETA FILHO, 2001). Esse tipo de técnica foi utilizado com sucesso na lavoura de cana-de-açúcar por Scarpari et al. (2007). A programação linear tem como limitação a necessidade de linearidade entre as variáveis, prejudicando a precisão na representação dos processos, apesar de simplificar a estrutura dos cálculos. Na pesquisa operacional clássica a programação não-linear não contempla algoritmos universais. Dessa forma, há a necessidade de combinação de equações específicas para cada variável, campo de estudo onde tem ocorrido muitas inovações (CAIXETA FILHO, 2001).

Análise de sistemas com modelagem matemática mais complexa permite a identificação de sistemas de produção envolvendo relações lineares, como p.ex. o aumento da despesa com adubo, aumentando-se a quantidade aplicada com o mesmo preço unitário, e não lineares como a clássica curva de Mitscherlich<sup>5</sup> (1924, apud de WIT, 1994) de resposta de produtividade ao aumento da disponibilidade do nutriente no solo. Podem ser dinâmicas ou estáticas e com múltiplas interações (LAFFELAAR, 1993; PENNING DE VRIES et al., 1989).

A habilidade do modelador e do usuário final dos modelos para interpretação das simulações e dos cenários gerados é essencial para a tomada de decisão (CAIXETA FILHO, 2001). Entretanto, muitas vezes o usuário não está capacitado para desenvolver e manipular modelos complexos a (PENNING DE VRIES, 1982). Por outro lado, a dificuldade para prever-se o desempenho da lavoura é um dos pontos fracos da agroindústria canavieira no Brasil apesar da potencialidade de ferramentas como o sensoriamento remoto, planilhas, relações clássicas de clima e solo, e modelos ecofisiológicos (BERGAMASCO et al., 2002; BERNARDES, 2005; FORMAGGIO, 2004; MARTINÉ; COMBRES; MÉZINO, 2001; MARTINÉ et al., 1999; TODOROFF et al., 2000; ROLIN; SENTELHAS; BARBIERI, 1998; THOMPSON, 1976). Isto porque, todas essas ferramentas não envolvem as práticas de campo normalmente adotadas pelo produtor ou não as prevêm em conjunto e de forma holística, ou são complexas o suficiente para dificultar sua adoção por administradores e gerentes rurais.

---

<sup>5</sup> MITSCHERLICH, E.A. *Die bestimmung des düngerbedürfnisses des bodens*. Berlin: Paul Parey, 1924.



Para atender essa necessidade gerencial que surgiram os modelos bioeconômicos. A recomendação de adubação considerando-se a razão entre o preço da tonelada de cana e o preço do adubo (RODELLA; ZAMBELO; ORLANDO, 1983) foi uma das primeiras aproximações da necessidade de considerar o fator econômico na tomada de decisão sobre uma prática de manejo mas que, no entanto, não integrava as outras práticas. A tomada de decisão sobre tipos e intensidades de manejo em uma dada cultura, dada à vasta gama de alternativas com múltiplas interações, exige o uso de ferramentas de cálculo mais sofisticadas, para auxiliar a análise do administrador para a integração de toda a informação. Existem sistemas de tomada de decisão que combinam funções, rotinas ou sistemas computacionais que calculam o desempenho biológico de plantas cultivadas juntamente com o resultado econômico desse sistema (BEAUCLAIR; PENTEADO; KAZAN, 1999; GATEC, 2008). Entretanto, essas ferramentas disponíveis são geradas em linguagem computacional bastante complexa e utilizadas para escala de grandes empresas.

Nesse contexto estão inseridos os modelos bioeconômicos de simulação. São construídos e utilizados para auxílio no planejamento e tomada de decisão na escala de propriedade rural e campo de produção que permitem a integração do conhecimento de pesquisadores e gestores. Também podem ser usados para traçar cenários mais amplos e avaliar estratégias de pesquisa, como para comparar sistemas de produção, genericamente para uma dada região (EMBRAPA, 2008; ROBINSON et al., 2008; WOJTKOWSKI, 1989). O termo poderia ser agroeconômico, porém, como a atividade agrícola é essencialmente uma atividade econômica estaria caracterizado pleonasma. Assim, o prefixo “bio” está relacionado com a porção mais biológica, ou ecológica, do modelo. Dessa forma, o nome bioeconômico pretende demonstrar a integração do conhecimento sobre os componentes biológicos e econômicos da atividade.

## **2.1.5 Ecofisiologia da cana-de-açúcar e implicações com manejo**

### **2.1.5.1 Generalidades**

A cana-de-açúcar é uma planta de clima tropical e semi-perene, que foi difundida na China e Índia a partir da Nova Guiné (FAUCONNIER, 1991; LIMA, 1984). A cana teria chegado em 1532 ao litoral do Brasil e foi em grande parte responsável pela ocupação econômica do país pelos portugueses (CÂMARA; BERNARDES, 2000).

A planta faz parte da família Poaceae e pertence ao Gênero *Saccharum*, que abrange seis espécies. Duas são selvagens (*S. spontaneum* e *S. robustum*) e as outras são cultivadas

para o açúcar (*S. officinarum*, *S. sinense* e *S. barberi*) ou como hortaliça, similar a palmito, para alimentação humana (*S. edule*) (CASTRO; KLUGE, 2001). As variedades cultivadas atualmente são resultado do cruzamento complexo entre uma ou varias das espécies cultivadas com a espécie selvagem *S. spontaneum* ou mais raramente *S. robustum* e estenderam sua abrangência para clima subtropicais (MARTINÉ, 2003; CHEAVEGATTI et al.; 2011). Dados obtidos por Bernardes et al. (2007) sugerem que as variedades utilizadas no Estado de São Paulo adaptam-se melhor ao clima subtropical.

A propagação da cana se faz com toletes ou pedaços de colmo plantados em sulcos. Dos nós dos toletes originam raízes superficiais, que tem uma vida curta e que absorvem água e nutrientes para os brotos jovens, e as gemas do tolete originam brotos que emergem do solo. Da base desses brotos ocorrem perfilhos primários, que originarão raízes superficiais, de fixação e profundas, chamadas de raízes cordões e perfilhos secundários, e assim sucessivamente. Este fenômeno define a brotação e o perfilhamento ou ramificação subterrânea, todos como um caráter geral das gramíneas (CAMARGO, 1976). De acordo com Castro e Kluge (2001) a cana se desenvolve em função das reservas do tolete durante os trinta primeiros dias. A alimentação em água e nutrientes é assegurada pelas raízes de fixação do tolete. Noventa dias após o plantio, a cana depende unicamente das raízes emitidas pelos perfilhos.

A cana-de-açúcar tem como fatores importantes para brotação, crescimento e desenvolvimento, a elevada temperatura, intensa radiação e abundante umidade (CAMARGO, 1976). A cana mostra um bom crescimento entre 22 e 33°C, com temperatura basal em torno de 20°C e máxima de 38°C, acima da qual o crescimento é bastante reduzido (BARBIERI; VILLA NOVA, 1977; CÂMARA; OLIVEIRA, 1993; CASTRO; KLUGE, 2001; DOORENBOS; KASSAN, 1979; MAGALHÃES, 1987). Uma redução significativa do sistema radicular observa-se com uma temperatura de 17,8°C. As gemas não brotam sob temperaturas abaixo de 8,5°C. Mais recentemente, Suguitani (2006) demonstrou que as variedades brasileiras RB72454 e SP83-2847 tem temperatura basal e de ótimo desempenho em valores inferiores aos de variedades estrangeiras, p.ex. R570 e NCo376, respectivamente da Costa Leste da África e da Índia. Essa pode ser uma das razões para apontar as variedades, ao menos aquelas utilizadas no Centro Sul e Sudeste do Brasil, como subtropicais.

A radiação solar afeta todos os estádios fenológicos da cana. A cana responde melhor a adubação e irrigação nas regiões de alta luminosidade. Sendo uma planta cujo processo fotossintético se dá pelo ciclo C4, o ponto de saturação lumínica é alto, com resposta favorável a elevadas intensidades luminosas, apresentando altas taxas fotossintéticas e alta

eficiência de conversão de energia radiante. A radiação global é composta por uma fração direta e outra difusa na atmosfera. Em locais com precipitação pluvial regular, ambas as frações são importantes para a fotossíntese da copa. Os efeitos adicionais da radiação à fotossíntese sobre o desenvolvimento das plantas tornam mais complexas a análise da fotossíntese em relação à produtividade, e nem sempre a manipulação da radiação ou do sistema de captação de radiação visando aumentar a eficiência fotossintética leva a um incremento de produtividade agrícola. A relação entre taxa de fotossíntese, por unidade de área foliar e por unidade de superfície de terreno, com a produtividade, ainda depende de melhor entendimento dos aspectos fisiológicos relacionados a transporte e acumulação dos metabólitos, principalmente da sacarose. Para isso, estudos sobre as relações entre a eficiência dos sítios de produção (folhas) e dos sítios de acumulação (colmos) durante o crescimento da cultura devem ser realizados para serem relacionados com aspectos climáticos, principalmente no que se refere à captura da radiação pela planta (CASTRO; KLUGE, 2001; BERNARDES, 1987, 2008b; MAGALHÃES, 1987). A eficiência do uso da radiação na cultura da cana-de-açúcar está entre 1,59 e 1,96 g de matéria seca da parte aérea produzidas por MJ de radiação solar interceptada (SINCLAIR; MUCHOW, 1999), o que resulta, aproximadamente e de acordo com resultados apresentados por Muchow et al (1994), em um crescimento potencial diário entre 370 e 460 kg ha<sup>-1</sup>.

A cana apresenta quatro estádios fenológicos: i) a brotação e emergência dos brotos, ii) o perfilhamento, iii) o período de grande crescimento, que inicia no perfilhamento e vai até o início de acumulação da sacarose e iv) a maturação com intensa acumulação da sacarose nos colmos, completando um ciclo. Em alguns casos o ciclo inclui a floração e frutificação, que são indesejáveis para a produção de colmos industrializáveis. A duração dos ciclos da cultura pode variar entre 11 e 20 meses, dependendo da época de plantio, se como cana de ano ou como cana de ano-e-meio, e da variedade. Os colmos industrializáveis compõem-se de 10 a 16% de fibra e de 84 a 90% de caldo. No caldo, a água representa 75 a 82% e os sólidos solúveis representam 18 a 25%, e entre eles a sacarose compoendo 14 a 24 % do caldo (CÂMARA; OLIVEIRA, 1993; CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

#### **2.1.5.2 Clima, relações hídricas e irrigação em cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar, em função do seu ciclo perene, sofre a influência das variações climáticas durante todo o ano. Para atingir alta produção de sacarose, a planta precisa encontrar épocas com condições de temperatura e umidade adequadas para permitir o máximo

crescimento na fase vegetativa, seguida de um período com restrição hídrica ou térmica para favorecer o acúmulo de sacarose no colmo na época do corte. A cana-de-açúcar encontra suas melhores condições quando ocorre um período quente e úmido, com intensa radiação solar durante a fase de crescimento, seguido de um período seco durante as fases de maturação e colheita. No Brasil, em função da sua extensão territorial, existem as mais variadas condições climáticas e possivelmente é o único país com duas épocas de colheita anuais: de setembro a abril no Norte e Nordeste e de maio a dezembro no centro-sul correspondendo às épocas secas nessas regiões. (ALFONSI et al., 1987). Segundo Lima (1984) e Fauconnier (1991), 1500 mm de precipitação pluvial anuais são requeridos pela cana, entretanto, Castro e Kluge, (2001) alegam que 1000 mm, bem distribuídos ao longo do ano, são suficientes para que a planta complete o ciclo de desenvolvimento. Na região Norte Fluminense a precipitação pluvial anual varia entre 800 mm e 1200 mm, resultando em déficit hídrico anual de 400 mm a 600 mm anuais, onde há boa resposta em produção a irrigação (MANHÃES, 1999). Essa precipitação é, portanto, um indicativo do limite aceitável para a cana cultivada.

O crescimento cessa com uma umidade do solo igual ou inferior ao ponto de murcha permanente (PMP) e pode recomeçar com o retorno da umidade acima desse ponto. A cana é capaz de retirar água do solo quando a umidade atinge valores de 2 a 4 % abaixo do PMP normalmente determinado em laboratório, com 15 atm de tensão. Assim, a fotossíntese e o acúmulo de sacarose podem continuar sem afetar a produção final (CAMARGO, 1976). As condições de umidade do solo para um bom crescimento das plantas variam entre 25% e 45% de ocupação com água do volume de poros do solo para atingir um máximo entre 50 e 60% na capacidade de campo (LIMA, 1984).

Vários fatores podem afetar o crescimento radicular e a dinâmica de enraizamento como a carga genética (CAMARGO, 1976; DILLEWIJN, 1952; VASCONCELOS, 2002), a textura, a densidade, a fertilidade, a comunidade biótica e a umidade do solo (AGUIAR, 1978; SOBRAL; GUIMARÃES, 1992; TROUSE; HUMBERT, 1961), o clima e o sistema de colheita (VASCONCELOS, 2002). A umidade do solo afeta fortemente a distribuição do sistema radicular, desenvolvendo raízes superficiais em condições de alta umidade e raízes profundas em condições de estresse hídrico. As camadas da superfície do solo secam mais frequentemente e formam um obstáculo mecânico ao crescimento radicular enquanto que as mais camadas mais profundas e normalmente mais úmidas apresentam menor resistência favorecendo o crescimento radicular em profundidade (MAERTENS, 1964). Baixa umidade igualmente estimula o desenvolvimento dos pêlos absorventes que pode ser 3 a 4 vezes maior nos solos secos que nos solos úmidos (DILLEWIJN, 1952).

Baran; Bassereau e Gillet (1974) observaram também uma distribuição mais profunda das raízes de uma cultura de um ano de idade sob frequência de irrigação reduzida (intervalos de 21 dias contra intervalos de 7 e 14 dias). Igualmente o estudo de Van Antwerpen, 1998 apud Smith; Inman-Bamber e Thorburn (2005), comparou o sistema radicular de uma cultura de cana irrigada e outra em sequeiro e encontrou profundidades radiculares mais importantes na cultura em sequeiro. Laclau (2005) também verificou maior quantidade de raízes entre 0,40 e 2,5 m de profundidade na área de sequeiro em comparação com a irrigada. Estes resultados sobre a exploração das camadas profundas de solo com raízes mostraram a importância da correção química em profundidade e da manutenção da fertilidade do solo e a conseqüente possibilidade de absorção dos elementos lixiviados nas camadas profundas. Dessa forma, verifica-se uma forte correlação entre as práticas de irrigação e de manejo do solo visando produtividade. A autora concluiu que os períodos sucessivos de estresse hídrico moderado, nos intervalos entre irrigação ou precipitação, estimularam o crescimento das raízes nas camadas profundas. Daí pode-se afirmar que lavouras irrigadas de cana-de-açúcar apresentam bom desempenho com aplicação intermitente de água.

As condições hídricas externas e internas são fatores importantes para o crescimento da planta. Se cultivada dentro das zonas preferenciais, a disponibilidade hídrica passa a ser o componente de clima que limita e determina o desempenho da cultura (Alfonsi et al., 1987, Brasil Governo Federal, 2009). Vários trabalhos têm sido conduzidos para estudar a influencia do clima na produtividade da cana-de-açúcar, principalmente envolvendo temperatura e disponibilidade de água. A disponibilidade de água para a planta de cana-de-açúcar é o principal fator climático causador de variabilidade, ano a ano, da sua produtividade. Entretanto, em função das variações locais de clima e de variedades, é difícil estabelecer uma relação entre produção e consumo de água pela cana-de-açúcar (DIAS et al., 1999; MATIOLI, 1998; OMETO, 1974; OMETO, 1980; ROJAS; BARBIERI, 1999; SCARPARI, 2002; THOMPSON, 1976).

Na interação do sistema solo-planta-atmosfera há uma certa quantidade de água que entra e que sai de cada um desses componentes, fazendo com que a água armazenada no solo esteja em constante variação. Esta variação do armazenamento de água no volume de solo considerado por intervalo de tempo representa o balanço do que entrou e do que saiu de água no sistema. O estudo dessa contabilização da água no solo é chamado balanço hídrico, sendo o seu conhecimento muito importante, tanto na determinação imediata da necessidade hídrica de uma cultura quanto na tomada de decisões em projetos agrícolas. É caracterizado também como indicador do potencial climático de uma região para uma cultura qualquer. As

principais fontes de entrada de água no sistema são: (i) precipitação; (ii) orvalho; (iii) escoamento superficial; (iv) drenagem lateral; (v) ascensão capilar e (vi) irrigação. As saídas principais são: (i) evapotranspiração; (ii) escoamento superficial; (iii) drenagem lateral e (iv) drenagem profunda. A evapotranspiração da cultura é a quantidade de água utilizada por uma cultura, em qualquer fase de seu desenvolvimento, desde o plantio até a colheita, quando não houver restrição hídrica, sendo função principalmente do IAF e varia com as fases fenológicas e também entre variedades (PEREIRA et al., 2002).

A evapotranspiração aumenta durante os seis primeiros meses com o desenvolvimento das folhas, principalmente nas primeiras fases de desenvolvimento, ou seja, na brotação, perfilhamento e estabelecimento e então permanecem constantes na fase de crescimento intenso, chegando a ser considerado como quase insignificante no período de maturação (ALVAREZ; CASTRO; NOGUEIRA, 2000; CASTRO; KLUGE, 2001).

Segundo Scardua e Rosenfeld (1987) esse consumo de água pela cana também varia em função do estágio fenológico, do ciclo da cultura (cana planta ou cana soca), das condições climáticas, da água disponível no solo entre outros fatores. Doorembos & Kassan (1979), definiram três estádios para a cana-de-açúcar: (i) estabelecimento da cultura, seguido de um período vegetativo, (ii) formação da produção e (iii) maturação. Para cana-de-açúcar, o primeiro estágio é o mais sensível à deficiência hídrica (ROSENFELD, 1989; THOMPSON, 1976).

A transpiração aumenta com o incremento da temperatura do ar acima do mínimo de 15°C. A absorção e a transpiração são máximas para uma temperatura do solo superior a 23°C e nulas para temperaturas do solo inferiores a 18°C (FAUCONNIER, 1991). A evapotranspiração cresce linearmente da germinação até o fechamento das copas, e é máxima com cobertura total do dossel e crescimento ativo (FAUCONNIER, 1991; THOMPSON, 1976). Os estudos sobre irrigação da cultura de cana mostram que o crescimento e a produção de açúcar são significativamente superiores aos controles não irrigados (ARAGÃO; PEREIRA, 1979; LEME; SCARDUA; ROSENFELD, 1981; ROSENFELD; LEME, 1984). Demétrio (1978) mostrou que uma lâmina de irrigação correspondente a 60% da evaporação do tanque Classe A é a melhor recomendação de irrigação, nas condições do estudo, com uma precipitação natural total de 1583 mm durante o ciclo.

A eficiência no uso da água medida por Aragão e Pereira (1979) é de 9 g de colmos de cana-de-açúcar produzidos por litro de água evapotranspirada para todo o ciclo. Barbieri (1981) mostrou um consumo de água de 0,5 mm/dia na época da emergência e de 6,03 mm/dia na fase de pico de consumo, decaindo para 2,8 mm/dia no início da fase de

maturação. Os consumos de água entre cana-planta e cana-soca apresentaram as mesmas variações temporais. Dillewijn (1952) descreve a relação de 250 litros de água necessários para produzir um kg de colmo. Thomason (1976) demonstrou uma relação de 8 t de colmos industrializáveis produzidos a cada 100 mm de evapotranspiração, considerando um ciclo anual para as condições da África do Sul. Verifica-se que todos tem significado similar e estão em faixa de peso fresco de colmo produzido entre 0,4 e 0,9% do peso de água precipitada. Esses valores se aproximam daqueles obtidos por Gomes (1999), Bernardo (2006), Sousa (1997) e co-autores (1999) na região de Campos de Goytacazes-RJ, em três variedades contrastantes, para a fase ascendente da relação polinomial entre a produtividade em toneladas de colmos por hectare, como variável dependente, e a lâmina efetiva (irrigação mais precipitação) em mm, como variável independente.

### **2.1.5.3 Solos e adubação em cana-de-açúcar**

A capacidade produtiva dos solos é um dos principais fatores de sucesso do empreendimento agrícola. Assim, o conhecimento a respeito das características físicas e químicas inerentes a cada solo, os chamados fatores edáficos, é importante para julgar e quantificar o seu potencial de produção agrícola (LEPSCH, 1987). A cana-de-açúcar apresenta uma grande adaptabilidade, podendo ser cultivada tanto em solos arenosos, que apresentam como limitações a baixa capacidade de armazenamento de água e alta taxa de perda de nutrientes por lixiviação, até em solos muito argilosos que podem apresentar uma drenagem mais lenta, propiciando menor aeração da zona radicular, e também alta suscetibilidade à compactação, que é limitante à penetração das raízes (KOFFLER; DONZELLI, 1987). Entretanto cada solo apresentará vantagens e limitações, inerentes às suas propriedades e natureza, que devem ser considerados quando utilizados para a cana-de-açúcar.

A bibliografia sobre relações entre propriedades e características do solo e produtividade da cana-de-açúcar é vasta. Inúmeros trabalhos contemplam este tema (BEAUCLAIR, 1991, 1994; BITTENCOURT et al., 1989; 1990; DIAS et al., 1999; HUMBERT, 1968; MAULE, 2001; NUNES JUNIOR, 1987; ORLANDO FILHO, 1983; ORLANDO FILHO et al., 1990). Alguns, porém, têm resultados com validade local, restringindo sua aplicabilidade ao ambiente onde foi conduzido cada experimento. Penatti (1991) observou que o potencial produtivo é diferente entre solos de textura arenosa, média e argilosa, sendo que os solos argilosos possuem maior potencial. Apesar da quantidade de trabalhos sobre relações entre solos e produtividade, poucos relacionam seus resultados de

forma a gerar uma estimativa preliminar de produtividade de cana-de-açúcar tendo como base os parâmetros do solo. Relações mais abrangentes devem ser implementadas para possibilitar extrapolações regionais, e dessa forma subsidiar trabalhos de planejamento voltados para a cultura da cana-de-açúcar.

De maneira mais abrangente, pode-se dizer que a produtividade agrícola da cana-de-açúcar está associada às características da paisagem e do solo nos quais a lavoura está inserida e essa combinação pode compor ambientes com potenciais diferenciados para a produção dessa cultura. O agrupamento de solos ou de ambientes edáficos é possível, e em muitos casos conveniente, como demonstrou Joaquim et al. (1994) ao estabelecer uma classificação preliminar do potencial produtivo dos solos, agrupando-os de acordo com o nível de produtividade da cana-de-açúcar. Mais recentemente foi criado o conceito de “ambiente de produção” visando aprimorar a alocação de variedades de cana-de-açúcar e orientar o seu manejo e fornecer uma expectativa de potencial de produtividade (COPERSUCAR, 2003; PRADO, 2007). No entanto, tais classificações em ambientes de produção apresentam predominantemente resultados qualitativos e previsão de produtividade de forma generalizada. Bernardes et al. (2002b, 2003), baseados em estudos prévios de Teramoto (2003) e de Levy (1995), apresentaram modelo simples que calcula potencial relativo de produtividade de cada tipo de solo, com base na faixas de fertilidade de cada atributo da análise de solo trivial e no teor de argila do solo. A produtividade relativa estimada com este modelo simples apresentou elevada correlação com a produtividade à campo em diversas condições de canaviais.

#### **2.1.5.4 Competição com plantas daninhas e seu controle em cana-de-açúcar**

As perdas provocadas por plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar variam de 15% até 100% e dependem da infestação pelo mato (ARÉVALO, 1999). Na região norte Fluminense, regra geral a incidência de plantas daninhas na lavoura canavieira é elevada (FREITAS et al., 2001; MANHÃES, 1999) e principal causa da baixa produtividade, juntamente com a condição climática desfavorável pelo excesso de chuva em alguns períodos do ano e a deficiência hídrica intensa nos meses restantes (BERNARDES et al., 2006). O número de espécies de plantas daninhas, condicionadas por um manejo específico, na cultura da cana-de-açúcar é geralmente menor que em outras lavouras, porém, formado por plantas de metabolismo do tipo C4, com grande capacidade de competir pelos fatores de crescimento, reduzindo a produtividade da cultura e sua longevidade (FREITAS et al., 2001). A



competição principal se dá no início da fase de crescimento da cultura, logo após a brotação das mudas ou das soqueiras, sendo esse o momento mais importante para o controle (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

A produtividade de cana-de-açúcar está inversamente relacionada com a infestação da lavoura pelo mato (ARÉVALO, 1999) e esta última com a intensidade do manejo e do controle das plantas daninhas (ARÉVALO, 1998), ambas relações em sentido inverso. Dessa forma, é possível estimar a redução de produtividade a partir de uma dada infestação por mato e de uma intensidade de controle.

## **2.2 Material e métodos**

A seguir são descritos o estudo de caso de uma fazenda produtora de cana-de-açúcar e a construção de um modelo matemático que descrevesse os principais processos das suas atividades produtivas e econômicas.

### **2.2.1 Caracterização da área do estudo**

O estudo foi realizado na Fazenda Abadia, localizada no município de Campos dos Goytacazes, RJ, com altitudes entre 5 e 10 metros, latitude de 21° 43' 54,25" Sul e longitude de 41° 12' 49,17" Oeste. O clima da região é, segundo Köppen, Aw. A temperatura média anual está em torno de 23,1°C, com média das máximas de 29°C e média das mínimas de 19°C. As precipitações médias anuais são de 884,8 mm, com 71% concentradas entre o mês de outubro e março. A área é de topografia plana, os solos da propriedade estão descritos e mapeados em Bernardes et al. (2002a). Tem área total de 2.770 ha dos quais 1.476,72 ha são ocupados com cana-de-açúcar. Os processos e práticas agrícolas são realizados de maneira agregada e similar em cada uma das quatro zonas do canavial, caracterizadas pelos 4 sistemas de irrigação: salvamento, aspersão, pivô e sulcos. Essas zonas foram dimensionadas e localizadas em função dos tipos de solo, similares em cada zona, identificados em levantamento detalhado e agrupados no seu mapeamento na propriedade. Em cada uma dessas zonas ocorre uma proporção específica de plantio de cana de ano e de cana de ano-e-meio, e cujos sistemas de produção são principalmente condicionados pelo sistema de irrigação.

Em 1999 o proprietário e prepostos da Fazenda Abadia solicitaram trabalho de avaliação da produção de cana-de-açúcar da Fazenda Abadia e elaboração de estudo de planejamento para essa atividade. O Estudo foi realizado, através de convênio com a

ESALQ/FEALQ durante aproximadamente 3 anos e ao final de 2002 foi entregue o documento “Planejamento Estratégico da produção de cana-de-açúcar da Fazenda Abadia” (BERNARDES et al., 2002a). Desde então, visitas de acompanhamento, a intervalos aproximadamente semestrais, foram realizadas com o intuito de apoiar a administração da fazenda na implantação do Projeto. Visando caracterizar a situação da produção de cana, após 4 anos da elaboração do projeto, foi feita avaliação com base em visitas acontecidas em junho de 2006, janeiro, fevereiro, maio e julho de 2007, e tomando também como base as visitas semestrais anteriores e em relatórios e orçamentos internos. Nesse período de 2002 até 2007 foi construído um modelo bioeconômico para apoiar as tomadas de decisão da equipe técnica da fazenda. As premissas técnicas utilizadas no modelo estão descritas em (BERNARDES et al., 2002a). Indicadores e coeficientes técnicos foram coletados na fazenda ou baseados no estudo prévio de Vieira et al. (2001). São levadas em consideração as recomendações regionais de manejo de canaviais contidas em Manhães (1999) e Freitas et al. (2001). Abaixo são feitas algumas considerações sobre ocorrências, mudanças ou atualizações de procedimentos após o documento do Planejamento estratégico (BERNARDES et al., 2002a). A produtividade da Fazenda Abadia situa-se acima daquela do Estado do Rio de Janeiro e da região Norte Fluminense com diferença que tende a crescer. Ademais, o teor de sacarose tem se mantido adequado e superior a média regional, denotando uma qualidade razoável da matéria-prima entregue às unidades industriais.

A intensificação da irrigação, através do aumento do número de aplicações (aumento em pelo menos duas aplicações de 60 mm cada) possibilitou o aumento de produtividade. Foram realizados estudos de estimativa desse aumento de produtividade considerando os resultados científicos obtidos nos estudos conduzidos ou orientados por Salassier Bernardo da UENF (BERNARDO, 2006, SOUSA, 1997, SOUSA et al., 1999).

A equação derivada desses estudos de produtividade em resposta a irrigação, e adaptada para as condições da Fazenda Abadia é:

$$P1 = - 410 + (P + IR) \times 0,75 - (P + IR)^2 \times 0,00025$$

onde:

P1 = produtividade no primeiro corte, em toneladas de colmos industrializáveis por hectare;

P = precipitação natural, em mm por ano

IR = irrigação, em mm por ano

A produtividade dos demais cortes foi estimada com base em estudo de Bernardes et al. (2008), que aponta um decaimento exponencial da produtividade com os sucessivos cortes em equação definida como:

$$P_n = P_1 \times n^{(\text{coef.dec.})}$$

onde:

$P_n$  = produtividade no corte de número  $n$ , em toneladas de colmos industrializáveis por hectare;

$n$  = número do corte;

coef.dec. = coeficiente de decaimento da produtividade, cujo valor varia entre 0,20 e 0,35.

Os autores apontam uma relação mais estreita do coeficiente de decaimento da produtividade com a intensidade de manejo da lavoura, porém essa dependência não foi considerada no presente estudo pela ausência de parâmetros para calcular tal relação.

A planta e os mapas, refeitos durante o estudo, incluindo a divisão de setores, talhões e tipos de solo a partir de levantamento pedológico realizado no planejamento estratégico (BERNARDES et al., 2002a), foram utilizados, seja para apoio a decisões administrativas, seja nas tomadas de decisões técnicas, mas também como uma das principais ferramentas para seleção de áreas de plantio, alocação de recursos como equipamentos de irrigação, e planejamento da instalação do pivô central. Ademais, permitiu que a implantação de pecuária de corte fosse feita em bases técnicas, planejando-se a paulatina transformação de canaviais em pastagens nas áreas com solos pouco férteis. Visando otimizar o aproveitamento agrícola da fazenda, áreas anteriormente com a cultura da cana-de-açúcar que apresentavam, porém, inadequação para esse tipo de lavoura pela própria classe de usos do solo, foram transformadas em pastagens. Dessa forma houve uma ampliação da atividade pecuária, para o que houve adequação de infra-estrutura para tal, com a construção de currais e cercas. Os mapas foram utilizados no detalhamento e complementação da adequação ambiental. Também, serviu de guia para o georeferenciamento da área da fazenda, cuja mensuração de campo já foi realizada, para submetê-lo ao Cadastro Nacional de Imóveis Rurais do INCRA.

A área do canavial é principalmente composta por terrenos de baixada com solos aluviais, porém com terrenos variando de muito argilosos até arenosos. Essa característica dificulta o estabelecimento de um sistema de preparo, plantio e manejo uniforme em toda a fazenda. A totalidade dos canaviais recebe correção do solo e adubação por ocasião do plantio. No plantio fazem correção do solo com pelo menos 1 t de calcário/ha e 0,5 t de gesso/ha adubam com 300kg/ha de 4.30.16. Nas soqueiras a fórmula de adubo mais utilizada é 20.00.20, com

dose entre 300kg/ha e 400kg/ha, a depender dos resultados da análise de solo do talhão. Vale ressaltar que a adoção de calagem e gessagem na Fazenda Abadia teve novo embasamento técnico com pesquisa de campo realizada em convenio com FUNDENOR e PURAC Sínteses. O conhecimento adquirido foi incorporado ao processo de tomada de decisão sobre correção do solo na Fazenda Abadia (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2008). Em uma parte das soqueiras estas práticas foram contidas nas safras anteriores em função do baixo preço da cana e do baixo potencial de resposta pela danificação das soqueiras pelas enchentes. Entretanto, a partir de 2003 houve uma retomada da adubação e do manejo das soqueiras.

O plantio da cana em sistema de MEIOSI foi adotado e apresentou ótimos resultados. Entre eles, a implantação da leguminosa como adubo verde tem reduzido a infestação do mato e melhorado as condições físicas e químicas do solo para posterior plantio da cana. Também viabilizou a intercalação com a cultura da soja, que já vai para o terceiro ano de experiência na Fazenda Abadia. Nesse particular, a fazenda tem sido uma inovadora e multiplicadora de tecnologia agrícola. A prática da MEIOSI, a adoção de adubos verdes como a Crotalária e a consorciação com soja foram novidades na região Norte Fluminense, trazidas pela Fazenda Abadia, que também tem atuado na divulgação dos resultados para os demais produtores. Dois dias de campo foram organizados, juntamente com a ASFLUCAN, em 2005 e 2006, coincidindo com a época de colheita da cultura consorciada ou o plantio intercalar da cana. A equipe técnica da Fazenda Abadia tem participado ativamente de grupos de trabalho na região visando aprimorar e difundir essas técnicas. Diversas pesquisas foram desenvolvidas, estudando o sistema de plantio direto de cana-de-açúcar sobre adubos verdes de Crotalária, Feijão-de-porco e Mucuna, métodos de plantio, corte de toletes de mudas e uso de plantio em MEIOSI (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2008; GONÇALVES, 2009; PRELLWITZ, 2010).

Atualmente realiza-se a irrigação, nas áreas de plantio seguindo-se o cronograma estabelecido no Planejamento Estratégico (BERNARDES et al., 2002a), e nas soqueiras irrigação de brotação, logo após o plantio ou corte, e de salvamento, em períodos muito secos, com pelo menos uma aplicação de lâmina de água. No presente estudo, projetando o período de 2008-2017 na intensidade máxima do uso da irrigação conforme planilha “Irrigação” do APÊNDICE, as áreas de plantio passarão a receber entre 360 e 480 mm de irrigação reduzindo-se o numero de aplicações com os sucessivos cortes. Mesmo as áreas anteriormente em sequeiro passarão a ser irrigadas com 240 mm no primeiro ano do canavial. A irrigação é realizada por sistemas de montagem direta no campo com canhão aspersor, por sulcos de infiltração e por pivô central. A irrigação por sulcos, apesar do seu baixo custo de operação,

acarreta a manutenção de canais de transporte de água com valores da ordem de R\$10/m a cada dois anos e elevada necessidade de mão-de-obra por unidade de área irrigada.

Há uma rede de canais de distribuição de água que precisa ter intensificada sua manutenção e em alguns casos ser substituída por rede de tubulação enterrada para reduzir perdas de água e custos de manutenção. Adicionalmente, serão adotados sistemas de tubulação móvel, com carretéis de tubo flexível que permitem a extensão da rede de tubulação enterrada com menor custo.

O pivô central rebocável, inovador para a região, apresentou inicialmente ótimo desempenho. Entretanto, os canaviais irrigados pelo pivô foram os mais atingidos pela inundação em início de 2007, e desde então tal equipamento ficou inoperante.

Os novos plantios apresentam excelente brotação e crescimento, resultado do aprimoramento do sistema de preparo do solo e plantio. Utilizam mudas oriundas de canaviais de primeiro corte, e com algumas exceções no segundo corte. O sistema de transporte de mudas com carretinha para o plantio, que antes da implantação do planejamento estratégico (BERNARDES et al., 2002a) acarretava na compactação do fundo do sulco, passou a ser feito com embarcadoras distribuindo as mudas em montes na área a ser plantada, que já representou substancial melhoria do plantio. O sistema de plantio em banquetas foi também adotado, para melhorar a sobrevivência de mudas e a taxa de brotação.

As inundações ocorridas no início de 2005 e de 2007 na região de Campos dos Goytacazes acarretaram a morte de muitos canaviais de baixada, que são aqueles com maior produtividade e longevidade, em condições normais. Estima-se que 45%, nas áreas de sequeiro, aspersão, pivô e sulcos, totalizando 652 ha, apresentaram perda integral das canas. O planejamento geral das áreas de cana-de-açúcar da Fazenda Abadia, em termos de áreas de plantio e de soqueiras e conseqüente resultado em produtividade, é apresentado na Tabela 2. Os valores consideram a perda de área ocorrida devido às inundações. Nas simulações com o modelo bioeconômico a produtividade variou em função do manejo.

Tabela 2 – Distribuição das áreas do canavial por idade e corte e produtividade estimada para o período de 2007 a 2012 da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes, RJ

Discriminação	Ano						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Plantio ano	<b>24%</b>	56.84	56.84	56.84	56.84	56.84	56.84
Plantio ano-e-meio	<b>76%</b>	180.12	180.12	180.12	180.12	180.12	180.12
n cortes	<b>5.51</b>						
Área de reforma		236.96	236.96	236.96	236.96	236.96	236.96
área total	<b>1476.72</b>						
área perdida com inundação		652.0	384.7	297.4	210.2	122.9	0.0
área de soqueira							
1 corte		149.72	236.96	236.96	236.96	236.96	236.96
2 corte		149.72	149.72	236.96	236.96	236.96	236.96
3 corte		149.72	149.72	149.72	236.96	236.96	236.96
4 corte		149.72	149.72	149.72	149.72	236.96	236.96
5 corte		149.72	149.72	149.72	149.72	149.72	236.96
6 corte		76.11	76.11	76.11	76.11	76.11	111.79
total de soqueiras		824.69	911.94	999.19	1086.43	1173.68	1296.60
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>1004.81</b>	<b>1092.06</b>	<b>1179.31</b>	<b>1266.55</b>	<b>1353.80</b>	<b>1476.72</b>
produtividade (t/ha)							
área colhida		50.3	52.8	55.0	60.0	62.0	65.0

Em termos de tipo de sub-divisão da área do canavial, para efeitos de estimativa de custo, os setores foram agregados em tipos de irrigação, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição das áreas do canavial pelos tipos de sistema de irrigação de salvamento, aspersão, pivô e sulco, que caracterizam os quatro tipos de sistema de produção adotados na Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes, RJ

Nova sub-divisão		Números dos setores originais
Tipo de irrigação	área (ha)	
Salvamento	376,94	19 e parte do 20 e 21, 24 e parte do 22, 25 e 27
Aspersão	352,31	1, 10, 11, e parte do 20 e 21
Pivô	471,01	12, 13, 14, 15, 16 e 17 18
Sulcos, S3 até S9	276,46	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<b>TOTAL</b>	<b>1476,72</b>	

Ocorreu uma intensificação do controle do mato e dos tratos culturais nas áreas de cana planta e soqueiras de segundo corte que pode ser notado na pequena competição por mato. Nas áreas de terceiro a quarto corte, em diante, não foram realizados todos os tratos culturais recomendados. Na safra de 2006, a partir de agosto os tratos culturais foram realizados para

permitir aumento de produtividade a partir da próxima safra. Assim, uma safra promissora, que apresentava grande potencial de produção e produtividade crescente em relação ao período anterior, foi frustrada pela inundação de algumas áreas do canavial.

Em função do elevado teor de argila e matéria orgânica dos solos da Fazenda Abadia, verificou-se que o período de efeito residual dos herbicidas pré-emergentes fica reduzido em relação a regiões onde tal característica do solo não é tão evidente. Dessa forma, no período contemplado no estudo de 2008-2017, haverá maior ênfase para o controle do mato por catação por capina ou aplicação de herbicida de contato ou sistêmico. Adicionalmente, o preparo do solo será intensificado e modificado em algumas áreas para atender a essa finalidade de melhor manejo do mato. Assim, os talhões com elevada infestação de mato de ciclo anual receberão aração com aiveca após dessecação do mato presente. Tal processo propicia o enterrio das sementes das plantas daninhas reduzindo a velocidade de emergência em relação a velocidade de brotação das mudas de cana, que associado a aplicação de herbicida pré-emergência pós-plantio ficando o canavial com menor presença de mato.

O espaçamento de plantio adotado foi de 1,10 m entre fileiras, adensando a população de colmos nas áreas e favorecendo o controle do mato e aumento de produtividade.

Nas áreas de reforma, o canavial será plantado como:

- cana de ano: proporção variando entre 15% nas áreas de irrigação de salvamento a 35% nas áreas de irrigação por pivô, onde o preparo do solo será tradicional, com aração e gradagem precedida, em alguns casos, de dessecação do mato;

- cana de ano-e-meio: na proporção complementar ao plantio de ano, onde o plantio será realizado em 25% dessas áreas de cana de ano-e-meio pelo sistema de MEIOSI com leguminosa ou lavoura intercalar, e 70% feita em sistema de plantio direto com dessecação do mato.

O aumento da proporção de cana de ano-e-meio faz com que a produtividade média dos diversos cortes aumente, haja substancial redução da infestação do mato porém, essa porção dos canaviais não seja colhida no ano imediatamente após a reforma, o que, a curto prazo, reduz a produção geral da fazenda.

Os canaviais em último corte cuja colheita será realizada no final da safra, terão seu mato dessecado com herbicida antes da última colheita. Também será aumentada a porcentagem de área com plantio direto da leguminosa de adubo verde sobre o mato dessecado. Nesse procedimento, o canavial será reformado sem o revolvimento do solo, realizando-se somente a sulcação. Prevê-se que o controle do mato nos carregadores, interior e bordas de canais e drenos utilizando-se do herbicida imazapir, deve ser feito duas vezes por ano.

A Tabela 4 apresenta a distribuição percentual das variedades nos três últimos levantamentos (censo varietal) realizados na Fazenda Abadia. Verifica-se que houve uma mudança marcante da composição das variedades, com notável melhoria. Inicialmente, houve uma drástica redução da dependência na variedade RB72454, que ocupava aproximadamente 65% do canavial por ocasião da elaboração do Planejamento Estratégico (BERNARDES et al., 2002a) e passou a ocupar aproximadamente 32% da área. Somente essa mudança já acarreta em redução de fragilidade do canavial a ataques de pragas e doenças e ocorrências de perdas drásticas de produção. Também são notórios a introdução e o aumento de porcentagem ocupada com variedades mais novas, oriundas de recomendações dos programas regionais de melhoramento, especialmente da RIDESA. Das variedades tradicionalmente cultivadas a SP79-1011 fecha a entrelinha rapidamente e com densa cobertura foliar, pois tem intensa brotação e deve ser aumentada em áreas com maior infestação de mato, por isso mantida em porcentagem de área significativa.

Com o intuito de multiplicação rápida de diversas variedades, estas foram plantadas em viveiros ou sistema de MEIOSI. Estão expandindo a área com RB835486, SP83-2847 e SP80-3250. A variedade SP80-1842 brota bem, porém apresenta tombamento próximo da colheita. A variedade RB765418, precoce, não tem apresentado boa brotação da soqueira, que ocorre sempre em condição de seca, e não está sendo intensamente plantada. A RB758540 é uma cana ereta, que apresenta facilidade para colheita mecanizada, porém demora mais para fechar a entrelinha apresentando, portanto, maior infestação com mato caso o controle não seja adaptado a ela. Apresenta grande vantagem de tolerar clima seco e brotar bem nessa condição. RB855536, apesar de ter boas características como matéria-prima industrial, apresenta muitas raízes superficiais e conseqüentemente, brota lentamente na soqueira, sentindo a falta de água no período da safra. Em área crescente está a RB867515, e que apresenta grande tolerância à seca, especialmente nos plantios de morro e a mais rica em teor de sacarose.



Tabela 4 – Censo varietal do canavial da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes, RJ

VARIEDADE	ÁREA (% do total)			Tendência
	Planej. (2001)	Safra 03/04	Safra 04/05	
CP 5122	0,57	1,05	0,93	=
CB 45-3	2,80	2,63	1,39	--
RB72454	65,39	39,89	32,34	-
RB739735	5,78	8,07	6,90	=
RB765418	10,91	10,68	12,07	+
RB855536	0,30	1,96	6,60	++
RB835486	0,12	5,19	4,78	++
RB758540	0,00	0,88	3,72	++
RB867515	0,00	0,00	0,05	++
SP70-1143	12,95	9,43	7,89	-
SP79-1011	0,72	6,59	6,48	+
SP80-1842	0,35	4,88	4,68	++
SP80-3250	0,05	2,00	5,15	++
SP79-2233	0,00	0,91	0,69	+
SP79-2313	0,00	5,84	5,72	++
SP83-2847	0,00	0,00	0,62	++
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	

Um aspecto que deve ser enfatizado no manejo varietal, a partir dessa fase em que a Fazenda Abadia já conta com um conjunto adequado de novas variedades, é a otimização da produtividade e do ágio de preço de venda da matéria-prima pela colheita no pico do ciclo de maturação de cada variedade.

Foi adotado o teste de “raquitismo-de-soqueiras” em todos os potenciais canaviais para produção de mudas da Fazenda Abadia. Aqueles onde a incidência dessa doença for superior ao patamar recomendado, serão desconsiderados para a produção de mudas de plantio. Num momento seguinte, as mudas desses canaviais contaminados com “raquitismo-de-soqueiras” passarão por tratamento térmico para reduzir o patógeno da doença e, em seguida, utilizados para instalação de viveiros primários.

Nos aspectos de qualidade do corte, embarque e transporte (corte, carregamento e transporte - CCT no Centro Sul canavieiro) de cana, foi verificado que há controle da qualidade do corte para a colheita em todas as áreas visitadas. Assim, há poucos tocos (parte basal do colmo) deixados na área e não é freqüente o arranquio de touceiras. Entretanto, como ambos os descuidos concorrem para a redução da população de colmos e conseqüentemente

da produtividade e longevidade dos canaviais, e se verificou em algumas porções da área esses dois tipos de problema, recomenda-se intensificar a fiscalização do corte. As cargas de cana embarcada são arrumadas, com pouca palha e impureza mineral. Há pouca cana perdida (deixada sem embarcar ou caída no transporte), seja na lavoura seja nos carreadores. São poucos os embarques de cana com mais de 24 horas de queimada e cortada, entretanto, ainda ocorrem corte e embarques de cana colhida antecipadamente em razão de queimada por alheios, de forma criminosa. Os incêndios clandestinos de canaviais acarretam em grandes perdas de produtividade, uma vez que muitos destes canaviais são incendiados antes de atingirem seu crescimento máximo ou ponto de maturação adequado para a utilização industrial.

Em 2006 e 2007, foi feito teste com colhedoras arrendadas pela Usina Paraíso marca CAMECO e SANTAL. Em todos os casos a brotação das soqueiras foi normal onde a cana foi cortada mecanicamente e não ocorreu compactação do solo pela sua baixa umidade no momento da operação. Esses testes indicam uma grande potencialidade de adoção da colheita mecanizada na Fazenda Abadia, e devem ser tomadas medidas para que a colheita mecanizada seja adotada em escala comercial nas próximas safras.

A colheita mecanizada poderia ser contratada através de empreiteira de prestação de serviços de mecanização agrícola. Para tal, é necessário mudar os desenhos de talhões visando adequá-los para a colheita mecanizada, o que já foi feito em parte dos talhões recém plantados. Por hora, o corte vem sendo realizado por turmas de funcionários contratados regularmente, seja pela própria Fazenda Abadia, seja pelas usinas compradoras da matéria-prima, entretanto, em ambos os casos, o pagamento é realizado pela unidade industrial e a Fazenda Abadia recebe pelo valor da cana em pé. Tem sido dada grande ênfase ao acompanhamento dos trabalhos de campo de forma a que todos os procedimentos sigam as regras legais vigentes, inclusive a nova NR 31 do Ministério do Trabalho. No planejamento orçamentário, os custos adicionais advindos da implementação da NR 31 já foram considerados.

Houve a iniciativa de isolamento e retirada de fatores de degradação como, por exemplo, com a instalação de cercas e manutenção de aceiros em faixas já destinadas à adequação ambiental, como em partes das margens de canais e pequenos lagos, permitindo-se assim que a vegetação natural existente possa recolonizar essas áreas pela deposição de sementes em associação com o processo de delimitação das áreas de reserva legal e de preservação permanente (APP).

### **2.2.2 Infraestrutura e administração**

A frota de tratores da fazenda é suficiente para as operações de tratos culturais, entretanto, há necessidade de aquisição de máquinas para atender a área plantada. Há carência de tratores mais potentes e implementos adequados para o preparo do solo pretendido. A frota é antiga e os equipamentos são ultrapassados em tecnologia. Entretanto, a manutenção, feita em oficina própria ou em casos mais complexos, em oficinas especializadas, é oportuna e adequada. Porém, como a frequência de parada é elevada, em função da frota antiga, há momentos em que faltam máquinas para as operações. Algumas máquinas são alugadas ou cedidas pelas usinas compradoras da matéria-prima.

As máquinas e implementos utilizados na Fazenda Abadia serão adaptadas, de forma escalonada nos próximos 5 anos, ao novo espaçamento de plantio de 1,10 m entre fileiras. Tal adaptação irá acarretar intensificação do acompanhamento administrativo, uma vez que existirão nesse período dois espaçamentos entre fileiras.

Um orçamento geral de custo operacional e investimento foi elaborado, seguindo as premissas acima. Esse orçamento em planilhas busca otimizar a utilização dos recursos disponíveis e aqueles a serem adquiridos. Foi elaborado um plano de aquisição de máquinas e equipamentos que considera uma quantidade de horas em operação por ano em função da intensidade do manejo e do tipo de máquina ou equipamento e a sua reposição por novos quando ultrapassada a vida útil em horas acumuladas de operação. Houve equalização temporal da demanda de mão-de-obra ao longo do ano, visando estabilidade dos empregados reduzindo a rotatividade na contratação. Ademais, foi implantado um instrumental de controle operacional e de custos, visando criação de sistema de acompanhamento do planejamento em implantação.

### **2.2.3 O modelo proposto**

Foi criado arquivo EXCEL® contendo diversas planilhas, cada uma funcionando como um módulo de modelo. As primeiras planilhas contém dados e equações relacionadas com o desempenho biológico do canavial, que por sua vez, fornecem informações para as planilhas de cálculos econômicos (APÊNDICE).

É um modelo explanatório no sentido que realiza projeções de produtividade e custos e receita líquida com base em componentes e elementos na escala inferior de organização. É um modelo subdividido em módulos biológicos/agronômicos estáticos e módulos econômicos

dinâmicos. Adota intervalo temporal de cálculo anual, desde a simulação de produtividade de cada sistema de manejo de cana adotado na propriedade, até o fluxo de caixa.

### **2.2.3.1 Descrição dos módulos biológicos/agronômicos**

A planilha “1.Premissas” contém as informações básicas da Fazenda Abadia. Na planilha “2. Irrigação” ocorre estimativa da produtividade potencial da cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica natural (precipitação pluvial) e da irrigação adotada, pela curva de resposta proposta por Bernardo (2006) e colaboradores (GOMES, 1999, SOUSA, 1997, SOUSA; BERNARDOS; CARVALHO, 1999), que utilizam uma equação quadrática para calcular a produtividade, mantidos todos os demais fatores como ótimos. Do resultado dessa planilha é feita a estimativa da produtividade relativa ao solo, conforme modelo proposto por Bernardes et al. (2002b e 2003), sendo a Fazenda Abadia separada em quatro tipos de solo para essa estimativa, coincidindo com os quatro sistemas de manejo de irrigação adotados: salvamento, aspersão, pivô central e sulcos. Os atributos dos quatro tipos de solo estão nas planilhas “7. Área salvamento”, “8. Área aspersão”, “9. Área pivô”, “10. Área sulcos”, onde são calculadas as produtividades relativas do primeiro corte e em seguida é feito a estimativa da produtividade dos demais cortes conforme modelo proposto por Bernardes et al. (2008), que multiplicados pelos valores de hectares contidos em cada área e em cada corte, geram os valores de produção por cada área do canavial. A produção total do canavial é agregada na planilha “11. Área total”. A disponibilidade de nutrientes como fator limitante dessa produtividade é estabelecido na planilha “3. Adubação” que considera a resposta da cultura da cana-de-açúcar ao atendimento da demanda de nutrientes estimada pela análise dos solos de acordo com a curva/resposta estabelecida por Raij (1991). Assumimos essa equação, que estima a produtividade máxima de 87% da teórica com a adubação integral realizada, pois consideramos que a lacuna de 13% faltante deve-se a outros fatores de redução da produtividade além da competição por plantas daninhas. O modelo assume, coincidentemente com prática adotada na fazenda no período do estudo, que a calagem e gessagem são realizadas em todas as reformas de canaviais.

As produtividades estimadas para cada tipo de solo ou área de irrigação, para as safras 2001/2002 e 2003/2004 foi comparada com as produtividades realizadas em talhões típicos dessas áreas e solos e que haviam recebido manejo de acordo com o simulado pelo modelo. Vale ressaltar que diversos talhões não receberam manejo de acordo com o simulado e, portanto, não foram incluídos na comparação. As produtividades médias da fazenda Abadia

simulada pelo modelo para cada uma das oito safras entre 1998/1999 e 2005/2006, período de acompanhamento no campo e de vigência do estudo, foram comparadas com as produtividades efetivamente realizadas nesse período.

### **2.2.3.2 Descrição dos módulos econômicos**

O custeio operacional, para cada uma das quatro zonas de manejo diferenciado em função tipo de irrigação adotado e do solo típico, similar em cada zona, foi calculado em planilha com o formato adotado pela FNP (2004), utilizando-se os coeficientes técnicos documentados nos controles da fazenda Abadia e em estudo detalhado realizado na fazenda por equipe de pesquisadores da UFRRJ (VIERA et al., 2001). Os valores de preços e custos foram obtidos em pesquisa primária direta com o mercado de fornecedores de material, insumos e serviços que abastecem e servem a fazenda Abadia. São as planilhas “12. Custeio salvamento”, “13. Custeio aspersão”, “14. Custeio pivô” e “15. Custeio sulcos”. Estes custos operacionais geram os parâmetros e variáveis de entrada para a estimativa de demanda de máquinas e equipamentos e seu custo de investimento e de mão-de-obra e seu custo em salários.

A integração entre os módulos biológicos e os econômicos dá-se pela variação de consumo e demanda de cada item formador do custo operacional, que é estabelecido pela variação de intensidade de manejo adotada para cada zona no modelo biológico. As variáveis econômicas são agregadas em um fluxo de caixa, na planilha “19. Fluxo de Caixa R\$\_”) onde o principal parâmetro de análise econômica foi o valor presente líquido (VPL), estimado para horizonte de 20 anos, calculado com rotina do próprio software EXCEL®. A receita bruta com o negócio cana-de-açúcar da fazenda é estimada pelo preço médio de cada safra para cana “no campo e em pé”, considerando que o corte, o carregamento e o transporte são realizados e pagos pela unidade industrial, compradora da matéria prima.

## 2.3 Resultados e discussão

### 2.3.1 Avaliação do modelo

Houve coerência entre os valores de produtividade simulados pelo modelo bioeconômico e aquelas efetivamente realizadas no campo nas safras 2001/2002 e 2003/2004, conforme mostram as Figuras 5, 6, 7 e 8.

Verificou-se que a produtividade do primeiro corte atingiu valores absolutos mais elevados, exceto os canaviais da zona de salvamento, cujas produtividades ficaram em torno de 45 t/ha. Noventa por cento das produtividades simuladas mantiveram-se em faixa de 10% de desvio em relação à proporção 1:1. Assim, pode-se afirmar que do ponto de vista do potencial teórico de produtividade, demonstrado pelo modelo, os canaviais na zona de salvamento estão aquém da meta de produtividade da fazenda. Esta é uma das razões para que as terras desses canaviais fossem convertidas paulatinamente em pastagens.

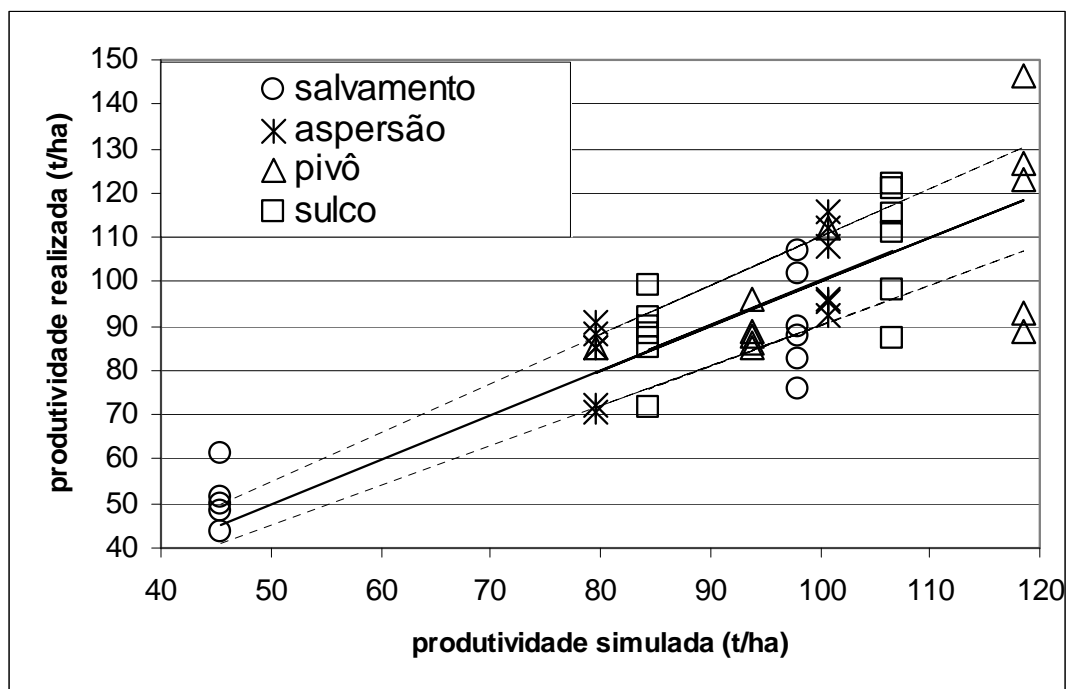


Figura 5 – Produtividades simuladas por modelo bioeconômico, em t/ha, do primeiro corte de canaviais da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ, em relação às produtividades realizadas em campo, nas safras 2001/2002 e 2003/2004. Linhas tracejadas representam variação de 10% para mais ou para menos da relação 1:1 entre produtividade realizada e simulada dada pela linha cheia

A mesma tendência observada nos canaviais em primeiro corte é repetida naqueles em segundo corte nas safras 2001/2002 e 2003/2004, apresentada na Figura 6. Entretanto, a dispersão aumenta razão porque é necessário ampliar a faixa de desvio em relação à

proporção 1:1 para 15% para abranger 90% das produtividades simuladas. Novamente, verificou-se um potencial de produtividade baixo nos canaviais da zona de salvamento.

Verifica-se que dois talhões na zona do pivô e um na zona dos sulcos apresentaram produtividade no segundo corte superior a 100 t/ha e que o modelo acompanhava essa tendência. Do outro lado, os talhões com baixa produtividade foram aqueles cujas produtividades realizadas mais se desviaram das simuladas. Esse resultado é um indicativo que o modelo necessita de maior detalhamento para incorporar fatores limitantes ao crescimento e produção e que não foram considerados nos cálculos. Uma grande fonte de desvio é a quantidade de falhas nos talhões. Nos talhões de baixa produtividade da fazenda Abadia há grande número de falhas e o modelo atualmente não contempla essa variável.

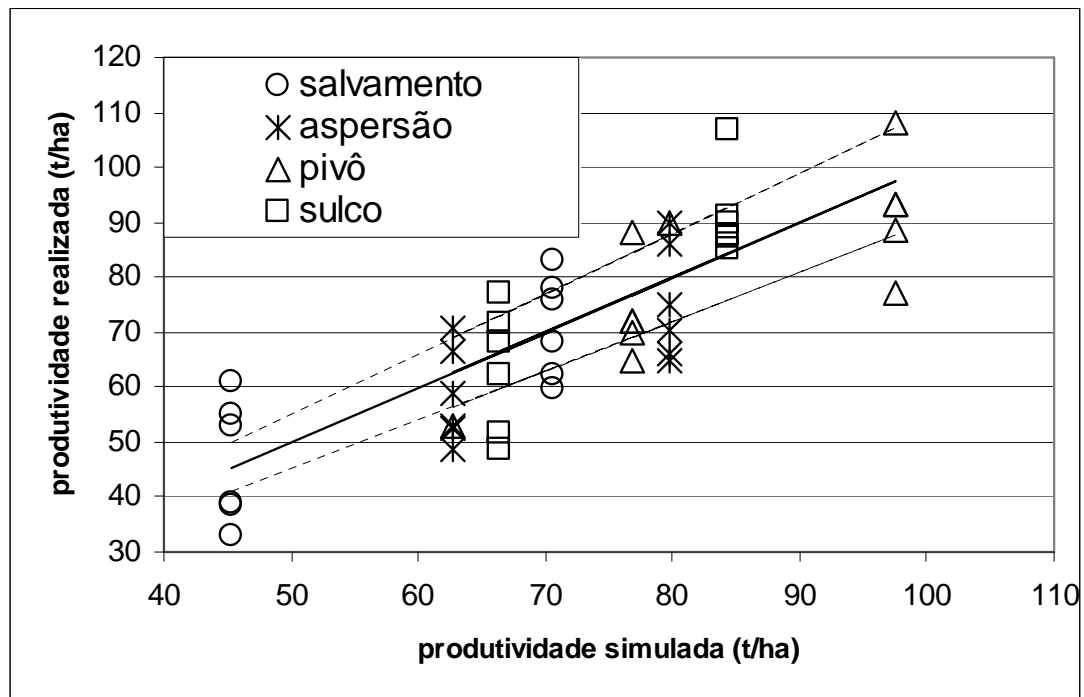


Figura 6 – Produtividades simuladas por modelo bioeconômico, em t/ha, do segundo corte de canaviais da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ, em relação às produtividades realizadas em campo, nas safras 2001/2002 e 2003/2004. Linhas tracejadas representam variação de 10% para mais ou para menos da relação 1:1 entre produtividade realizada e simulada dada pela linha cheia

No terceiro corte (Figura 7) a dispersão foi menor que aquela do segundo corte. Entretanto, toda a dispersão das produtividades simuladas em relação às realizadas ocorre para baixo, ou seja, as produções realizadas foram de maneira geral inferiores às simuladas. Essa tendência do modelo de simular a produtividade acima do realizado se repete na avaliação do quarto e do quinto corte (Figura 8 e 9). Provavelmente haverá necessidade de

calibração do coeficiente de decaimento para as condições da fazenda Abadia, uma vez que foi utilizado no presente estudo o coeficiente de decaimento estipulado por Bernardes et al. (2008) para condições gerais do Brasil.

Permanece a demonstração de elevado potencial de produtividade em alguns talhões da zona de pivô e sulcos, com valores entre 70 e 91 t/ha no terceiro corte.

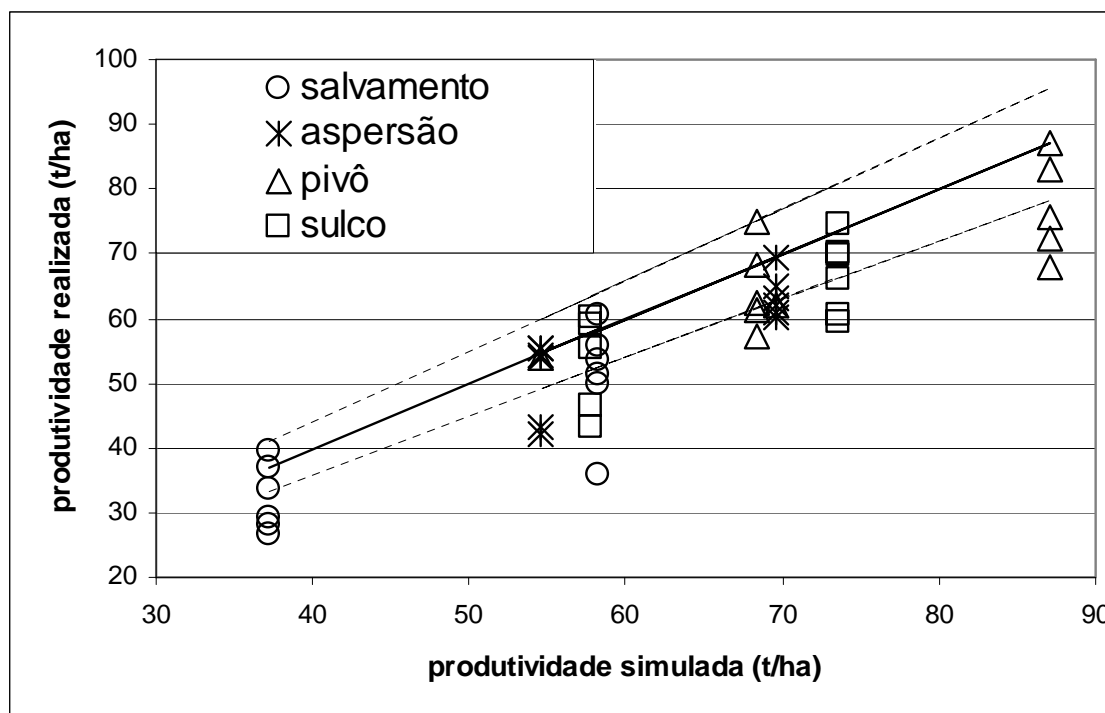


Figura 7 – Produtividades simuladas por modelo bioeconômico, em t/ha, do terceiro corte de canaviais da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ, em relação às produtividades realizadas em campo, nas safras 2001/2002 e 2003/2004. Linhas tracejadas representam variação de 10% para mais ou para menos da relação 1:1 entre produtividade realizada e simulada dada pela linha cheia

No quarto corte persiste a tendência observada nas comparações no terceiro corte. O potencial de produtividade da zona do pivô é repetido, com dois talhões realizando produtividades entre 70 e 80 t/ha.



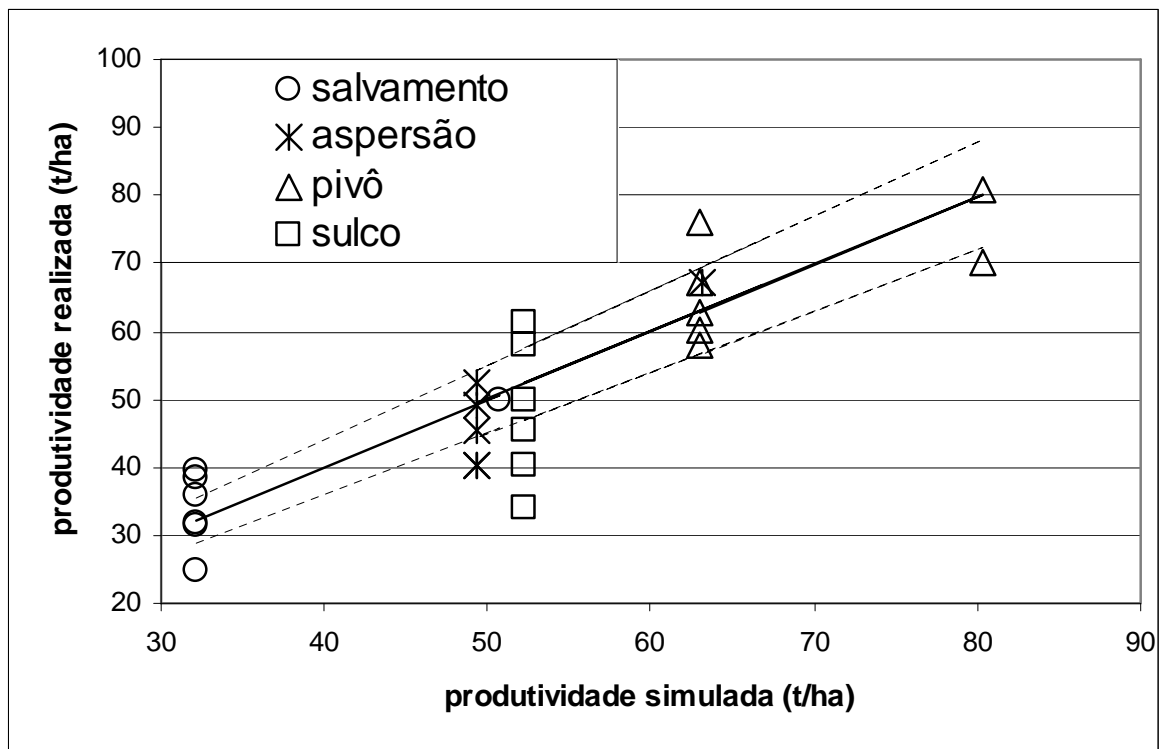


Figura 8 – Produtividades simuladas por modelo bioeconômico, em t/ha, do quarto corte de canaviais da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ, em relação às produtividades realizadas em campo, nas safras 2001/2002 e 2003/2004. Linhas tracejadas representam variação de 10% para mais ou para menos da relação 1:1 entre produtividade realizada e simulada dada pela linha cheia

O número de observações de produtividade realizada no quinto corte (Figura 9) diminuiu bastante uma vez que são canaviais que deveriam ter sido plantados em 1995 e 1997. Em 1995 houve uma redução de áreas reformadas no canavial em razão da mudança eminente de administração que a fazenda passava. No verão de 1997/98 ocorreu importante inundação na região de Campos dos Goytacazes, razão porque não foram feitos plantios novos e aqueles que haviam sido feitos antes da inundação foram bastante prejudicados. Todas as produtividades realizadas estão abaixo dos valores estimados pelo modelo, confirmando o fato de que a estimativa de decaimento de produção entre cortes não está adequada para as condições da fazenda Abadia. O potencial de produtividade da zona do pivô é repetido, com dois talhões realizando produtividades entre 60 e 75 t/ha.

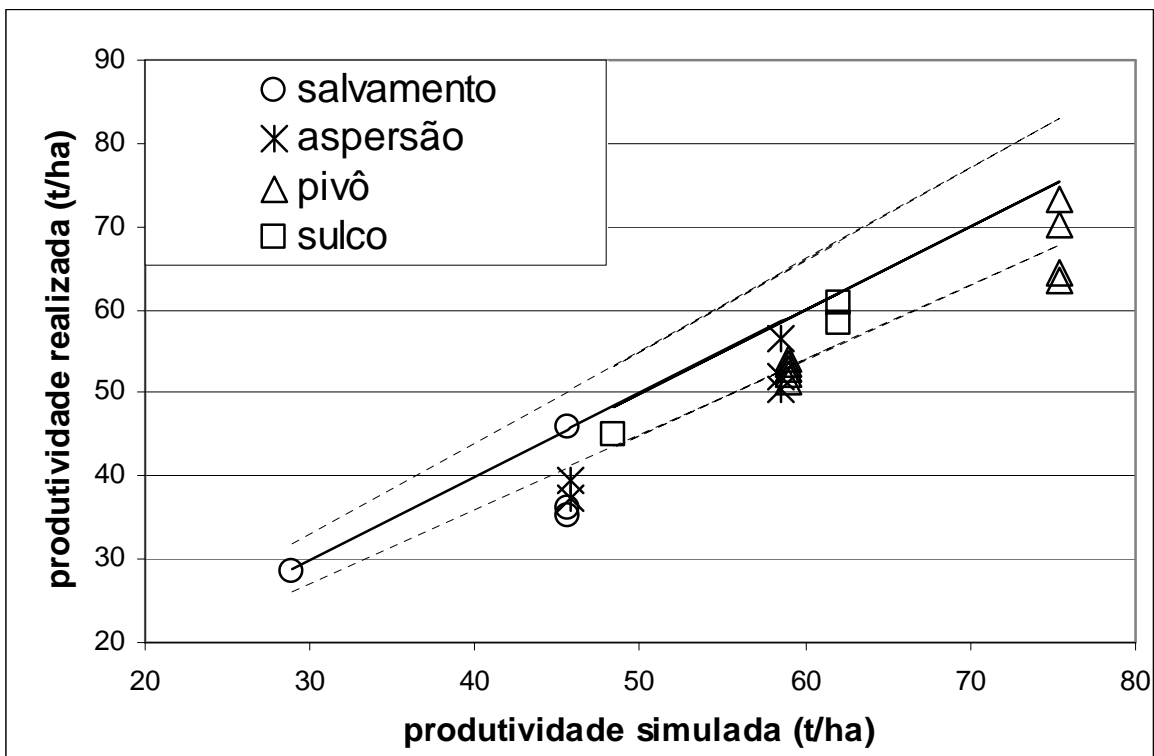


Figura 9 – Produtividades simuladas por modelo bioeconômico, em t/ha, do quinto corte de canaviais da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ, em relação às produtividades realizadas em campo, nas safras 2001/2002 e 2003/2004. Linhas tracejadas representam variação de 10% para mais ou para menos da relação 1:1 entre produtividade realizada e simulada dada pela linha cheia

A produtividade integral (produção total em relação ao total de área colhida) da fazenda Abadia simulada pelo modelo e aquela efetivamente realizada em 8 safras, entre 1998 e 2006, são comparadas na Figura 10. Acontece uma correlação concreta entre as duas séries de números. Primeiro, deve-se comentar que a ocorrência de desvios compensatórios nos diversos talhões pode ter feito com que ocorresse essa coerência na produtividade agregada de todos os talhões e caberia uma análise detalhada para identificar essas variações que poderiam servir de inspiração e orientação para aprimoramento do modelo. Por outro lado, é muito positivo o fato de um modelo que contemple não somente as variáveis do meio físico, mas também do manejo da lavoura, ter captado a tendência da produtividade de cana na escala de uma fazenda grande. Isto porque, raramente são identificadas correlações significativas entre produtividade realizada e simulada com modelos simples como o atual ou aquele de balanço hídrico ou da FAO (TERAMOTO, 2003; BERNARDES et al., 2006). Exceção ocorreu com o modelo desenvolvido por Thompson (1976) para a África do Sul. Este último caso provavelmente justifica-se porque o ambiente econômico e político daquele país favorece, rotineiramente e constantemente, a adoção de tecnologia para o manejo da cana-de-açúcar, o que não é o caso da

região de Campos dos Goytacazes e do Brasil, com fortes oscilações em preços de cana e dos insumos e serviços básicos para sua produção.

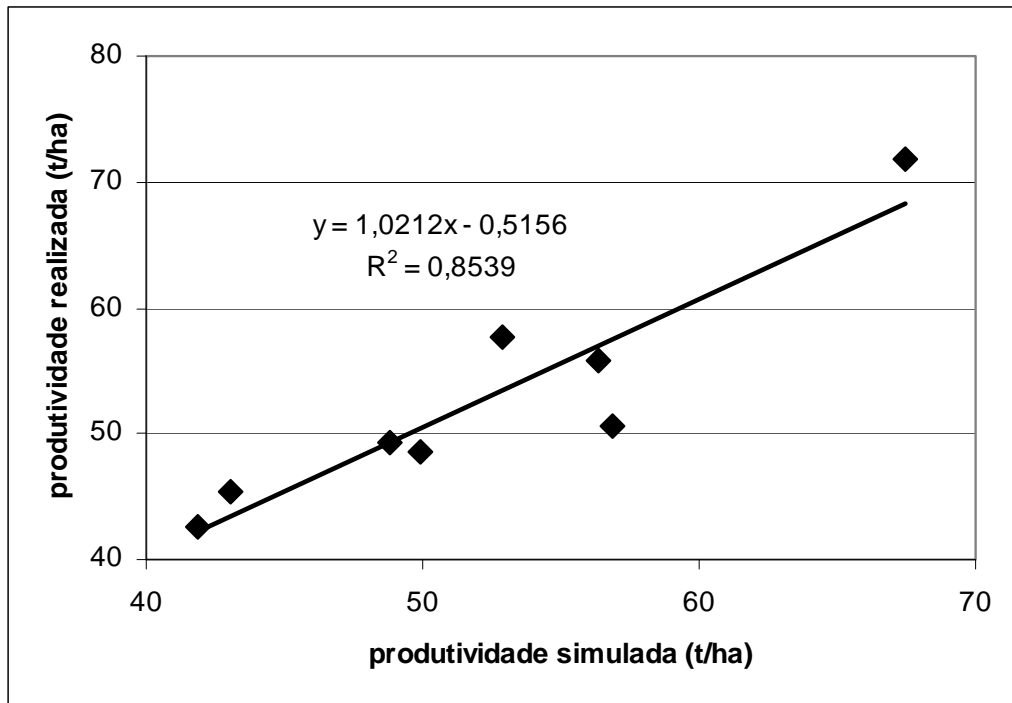


Figura 10 – Produtividades integral da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ, simuladas por modelo bioeconômico, em t/ha, em relação às realizadas em campo, nas 8 safras entre 1998 e 2006

### 2.3.2 Simulações econômicas

O modelo foi utilizado para simulações do desempenho econômico do canavial da fazenda Abadia. Utilizou-se os preços efetivamente pagos pela cana na lavoura e em pé nas 8 safras de abrangência do estudo, de 1998 até 2006. Os resultados das simulações demonstraram que nos primeiros 3 anos havia utilização de tecnologia e aplicação de recursos onde o potencial de retorno econômico era menor. Nos 5 anos seguintes, já com o auxílio do modelo, as decisões foram tomadas buscando-se atender aquelas práticas que apresentavam maior potencial de retorno. O resultado dessa estratégia, contando com a competência da equipe da fazenda, foi de aumentar a produtividade do canavial em aproximadamente 10% ao ano (Figura 11), sempre com resultado operacional líquido, mesmo sob um regime de preços declinantes no período de 2001 a 2005, conforme demonstra a Figura 2. Essas estimativas apontam para uma produtividade média de 70 a 75 t/ha que seria atingida dentro de cinco a seis safras se dada continuidade ao processo de melhoramento do desempenho agrícola da Fazenda Abadia.

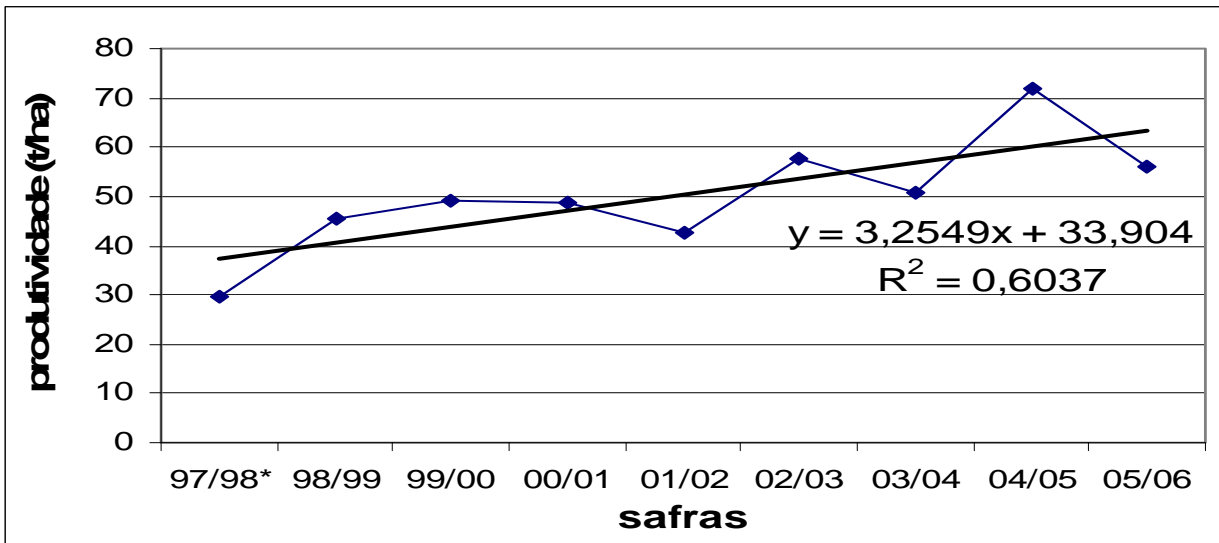


Figura 11 – Evolução da produtividade integral da Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ, realizadas em campo, nas 8 safras entre 1998 e 2006

Verificou-se que o preço de cana na lavoura e em pé (sem CCT) de R\$ 20,50 por tonelada não permite a realização de receita líquida (retorno econômico líquido), com custo operacional total estimado por método similar ao adotado nos estudos do PECEGE (MARQUES, 2009; PECEGE, 2010; XAVIER et al., 2009). Com preços de cana nesse limiar ou abaixo o modelo indicava somente como minimizar o prejuízo da fazenda com a atividade canavieira. Isto acontecia na maioria dos casos com a intensidade mínima de manejo que viabilizasse a sobrevivência do canavial por pelo menos cinco cortes.

Ao preço de R\$38,00 por tonelada, descontando da receita bruta somente o custo operacional efetivo (MARQUES, 2009; PECEGE, 2010; XAVIER et al., 2009), a receita operacional líquida cresce com a produtividade resultado do incremento na intensidade do manejo (Figura 12.). Entretanto, considerando o custo operacional total, o incremento na intensidade do manejo aumenta com gradiente menor e receita líquida permanece negativo em quase todas as opções de manejo (Figura 13).

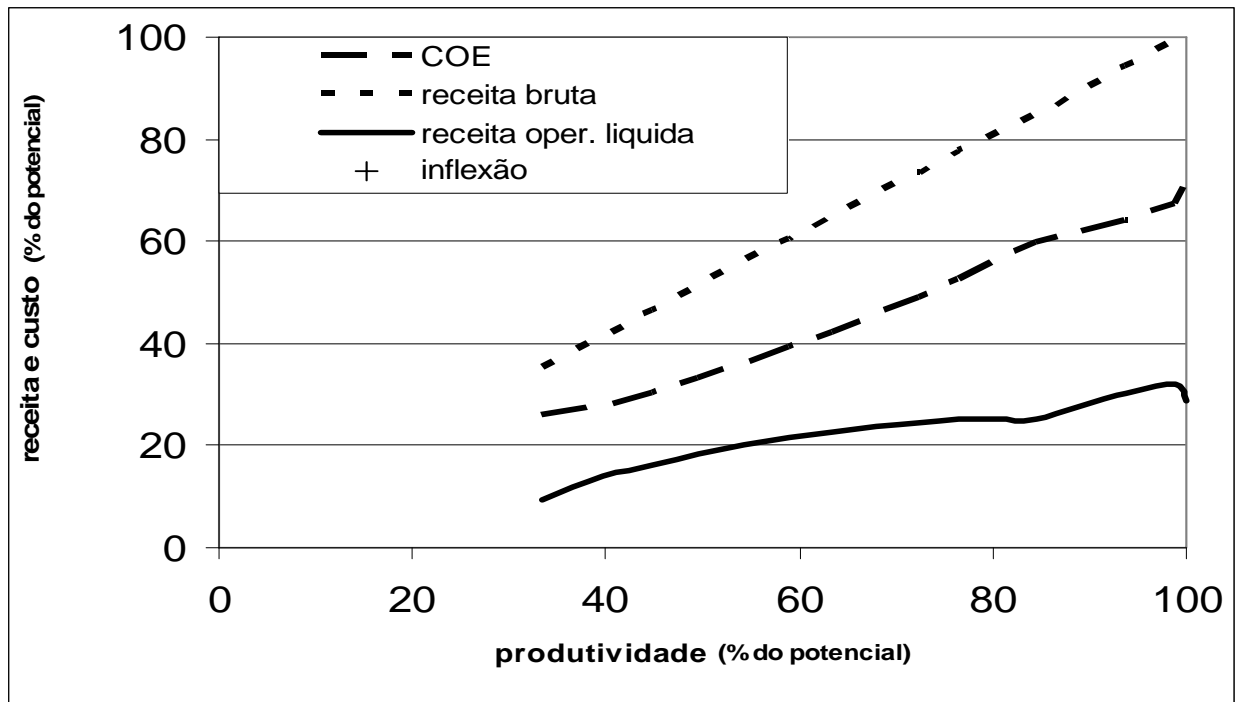


Figura 12 – Receita bruta e líquida e custo de produção operacional efetivo (COE) em função do incremento da produtividade em consequência da intensificação do manejo, ao preço de R\$30/t de cana em pé no campo, em período de 10 anos, na Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ

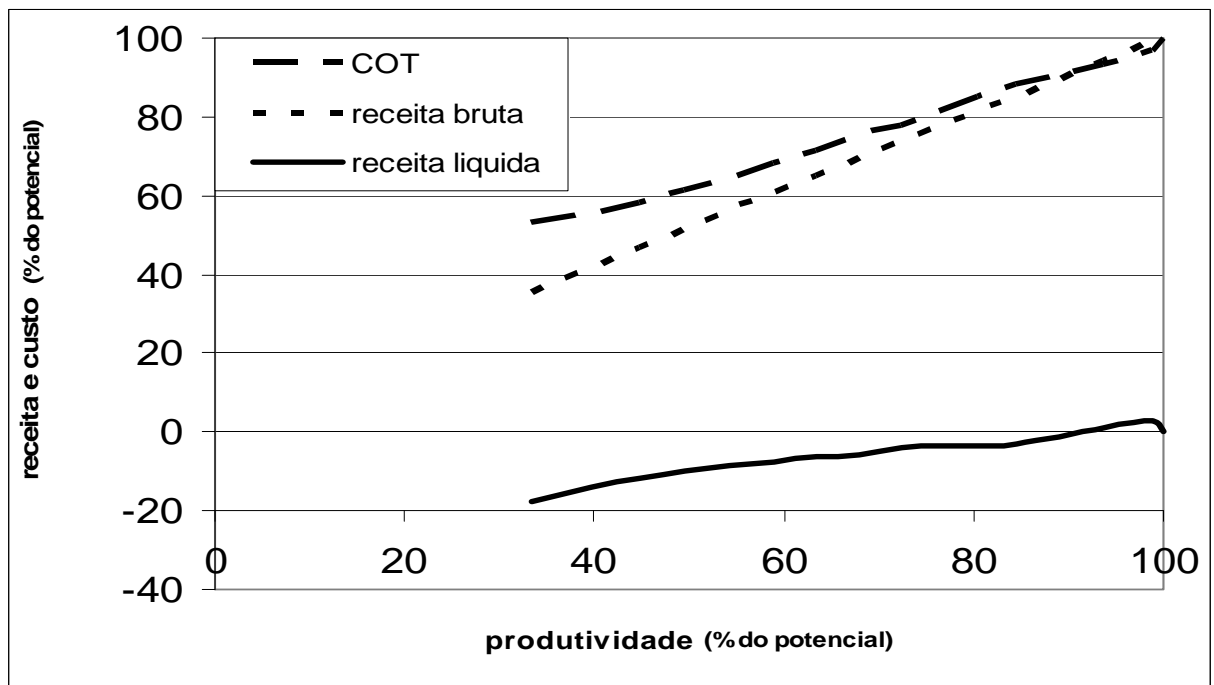


Figura 13 – Receita bruta e retorno econômico líquido e custo de produção operacional total (COT) em função do incremento da produtividade em consequência da intensificação do manejo, ao preço de R\$30/t de cana em pé no campo, em período de 10 anos, na Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes-RJ

### 2.3.3 Considerações finais

Ao desenvolver do presente trabalho e a interpretação dos resultados permite as seguintes considerações.

- a) A manipulação do modelo pela equipe da fazenda em estudo foi essencial para a boa a estruturação e adequação do modelo e permitiu que a ferramenta fosse compreendida e usada sem a presença do modelador.
- b) A robustez e universalidade das funções (sub modelos) que compuseram o modelo, mesmo de fontes distantes e diversas, permitiram que seus resultados fossem coerentes mesmo sem calibração. A interdisciplinaridade permitiu combiná-las.
- c) Apesar de conectados não foram consideradas as interações múltiplas entre os submodelos, p.ex., com o aumento da intensidade da irrigação, no modelo não ocorre aumento de infestação de mato, enquanto que na realidade isso acontece.
- d) A introdução de funções que considerem as interações entre os submodelos deve ser muito criteriosa para evitar dificuldades excessivas de cálculo e complexidade da planilha.
- e) Como consequência, o uso do modelo exige usuários com experiência do sistema real.
- f) A rentabilidade da atividade canavieira na região de Campos dos Goytacazes – RJ na última década tem sido pequena ao ponto de desestimular a adoção de tecnologia na forma de intensificar o manejo do canavial.
- g) Há fortes indícios de que a busca por máxima produtividade quase nunca é a melhor estratégia para obtenção de melhor rentabilidade econômica na cultura canavieira.
- h) Na maior parte dos casos simulados, a taxa de incrementos em produtividade, transformada em valor da moeda corrente, é menor do que a taxa de incremento em custos para viabilizá-las.
- i) Diante desse cenário, pode-se afirmar que a exigência em produtividade mínima, como limiar para indicar a desapropriação de propriedades rurais canavieiras, sem a garantia de preços do produto e dos insumos e serviços básicos que assegurem a rentabilidade líquida da atividade, como vigora no Brasil, é uma forma de cerceamento da iniciativa de sobrevivência do produtor.

### 3 CONCLUSÕES

A construção de um modelo bioeconômico e o estudo do sistema de produção de cana-de-açúcar com essa ferramenta permitiu tirar as seguintes conclusões:

- 3.1.A disponibilidade de informações sobre relações entre ações de manejo na lavoura cana-de-açúcar e seus respectivos reflexos no desempenho produtivo e econômico puderam ser agregadas em um modelo simplificado para uso de fornecedores.
- 3.2.A modelagem bioeconômica permitiu melhor manejo do canavial do ponto de vista da obtenção de melhor resultado econômico.





## REFERÊNCIAS

AGRAFNP. **Agrinannual 2011**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2010. 482 p.

AGROLINK. **Produtores destacam relevância da cana na agricultura nacional**. Disponível em: <<http://www.udop.com.br>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

AGUIAR, J.M.F. de. **Observações sobre sistema radicular de cana planta (*Saccharum spp*)**. 1978. 24 p. Trabalho (Graduação em Engenharia Agrônômica – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1978.

ALFONSI, R.R.; PEDRO JUNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 42-55.

ALONSO, J F.; BANDEIRA, P.S. Crescimento inter-regional no Rio Grande do Sul, nos anos de 1980. In: ALMEIDA, P.F.C. de (Coord.). **A economia gaúcha e os anos 80: uma trajetória regional no contexto da crise brasileira**. Porto Alegre: FEE, 1990. p. 67-130.

ALVAREZ, I.A.; CASTRO, P.R.C.; NOGUEIRA, M.C.S. Crescimento de raízes de cana crua e queimada em dois ciclos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 653-659, 2000.

ARAGÃO, O.P.; PEREIRA, J.R. Comportamento da cana-de-açúcar sob diferentes regimes de irrigação. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 93, n. 3, p. 162-179, mar. 1979.

ARÉVALO, R.A. **Manejo sostenible de matospecies\* (malezas) em *Saccharum spp***. 1999. 44 p. Dissertação (Incorporación de Académico) – Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Buenos Aires, 1999.

ARÉVALO, R.A. **I FÓRUM DE HERBICIDAS PARA A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**. São Paulo: Instituto Agrônômico-IAC, 1998. 42 p. (Documentos IAC, 63)

BACCHI, M.R.P. Inovar e remover entraves devem ser metas dos produtores de etanol. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 8, p. 122-125, jan./jun. 2008.

BARAN, R.; BASSEREAU, D.; GILLET, N. Measurement of available water and root development on an irrigated sugar cane crop in the Ivory Coast. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGIST, 15., Pretoria, 1974. **Proceedings...** Pretoria: ISSCT, 1974. p. 726-735.

BARBIERI, V. **Medidas e estimativas de consumo hídrico em cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 1981. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

\_\_\_\_\_. **Condicionamento climático da produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): um modelo matemático-fisiológico de estimativa.** 1993. 142 p. Tese (Doutorado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

BARBIERI, V.; VILLA NOVA, P.S. Climatologia e a cana-de-açúcar. Araras: IAA/PLANALSUCAR-Coordenadoria Regional Sul, 1977. 22 p. (mimeografado)

BARROS, A.C. **Utilização do modelo CANEGRO para estimativa da produtividade de cana-de-açúcar irrigada em diferentes regiões do Brasil.** 2011. 118 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BARROS, G.S.C.; BACCHI, M.R.P. O que impede a transformação do etanol em commodity? **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 8, p. 118-121, jan./jun. 2008.

BEAUCLAIR, E.G.F. de **Relações entre algumas propriedades químicas do solo e a produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), através de regressão linear múltipla.** 1991. 96 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

\_\_\_\_\_. **Produtividade da cana-de-açúcar em função de alguns macronutrientes presentes no caldo e no solo.** 1994. 97 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

\_\_\_\_\_. Planejamento e estimativa da produção de cana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 1, p. 24-27, jan./jun. 2004.

\_\_\_\_\_. Conquistas e desafios de uma fonte de energia ambientalmente correta. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 8, p. 69-72, jan./jun. 2008.

BEAUCLAIR; E.G.F. de; PENTEADO, C.R.; KAZAN, B. Planejamento estratégico da agroindústria sucroalcooleira: uso de um sistema computacional de suporte de decisão. **Saccharum**, Piracicaba, v. 1, p. 59-60, 1999.

BEIRAL, P.R.S. **O mercado brasileiro de etanol: concentração e poder de mercado sob a ótica da Nova Organização Industrial Empírica.** 2011. 111 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BERGAMASCO, A.F.; RODRIGUES, L.H.A.; SILVA, F.C.; TRIVELIN, P.C.O. Estudo da dinâmica do nitrogênio no sistema solo - cana-de-açúcar através da modelagem matemática. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 225-233.

BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO P.R.C.; FERREIRA S.O.; YAMADA T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 13-48.

\_\_\_\_\_. Álcool brasileiro evaporado pelo clima ignorado. **Revista Opiniões: Açúcar e Álcool**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 3, p. 16, jul./set. 2005.

\_\_\_\_\_. Colheita da cana: novas tecnologias. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA NA CADEIA PRODUTIVA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM MATO GROSSO DO SUL, 2., 2008, Campo Grande. **Palestras...** Campo Grande: STAB, 2008a. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Ideótipo de cana: romantismo, idealização ou tomada de rumo. **Revista Opiniões: Açúcar e Álcool**, Ribeirão Preto, v. 5, n. 3, p. 70, jul./set. 2008b.

\_\_\_\_\_. Gerenciamento operacional: batedor de pênalti. **Revista Opiniões: Açúcar e Álcool**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 2, p. 66-68, abr./jun. 2010.

BERNARDES, M.S.; TERAMOTO, E.R. Análise de sistema de produção e modelagem. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; DECHEN, A.R. (Coord.). **Introdução à ecofisiologia vegetal**. Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 212-227.

BERNARDES M.S.; CALCIDONI, M.; DUARTE, L.C.; PELAJO, M.A. **Avaliação das usinas de álcool e açúcar do Norte Fluminense**. Rio de Janeiro: Petrobras; FGV, 2006. 161 p.

BERNARDES, M.S.; TERUEL, D.A.; SPAROVEK, G.; DOURADO NETO, D. Modelos ambientais e sustentabilidade. In: WORKSHOP NACIONAL DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL EM REGIÕES TROPICAIS DE RELEVO ACIDENTADO, 3., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1998. 1 CD-ROM.

BERNARDES, M.S.; TERAMOTO, E.R.; CÂMARA, G.M.S.; COELHO, R.D. **Planejamento estratégico da produção de cana-de-açúcar da Fazenda Abadia – Campos dos Goytacazes/RJ**. Piracicaba: ESALQ, LPV, 2002a. 131 p.

BERNARDES, M.S.; SPAROVEK, G.; TERAMOTO, E.R.; SADER, S.L.; BARBOSA, A.M. Comparação entre a produtividade real e a simulada através de modelo matemático, avaliada em cinco variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: STAB, 2002b. p. 477-482.

BERNARDES, M.S.; SUGUITANI, C.; LACLAU, P.R.F.B.; MARTINE, J.; CHOPART, J. Evaluation of MOSICAS sugarcane growth model in Brazil. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 26., 2007, Durban. **Abstract book...** Durban: ISSCT, 2007. p. 589-592.

BERNARDES, M.S.; TERAMOTO, E.R.; SPAROVEK, G.; ZOTELLI, H.B.; RIGHI, C.A. Potencial produtivo dos solos avaliado através de modelo de estimativa de produção de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS SOLOS, 13., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 1 CD-ROM.

- BERNARDES, M.S.; PRELLWITZ, W.P.V.; BRAGA JUNIOR, R.L.C.; SUGUITANI, C.; BEAUCLAIR, E.G.F.; CÂMARA, G.M.S. Equação para estimativa de produtividade dos sucessivos cortes associada ao ambiente de produção e manejo da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 9., 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 628-631.
- BERNARDO, S. Manejo da irrigação na cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Palestras...** Goiania: ABID, 2006. 11 p. Disponível em: <<http://www.agronegocio.goias.gov.br/docs/portal/seminarioIII.pdf>>. Acesso em: 03 maio 2007.
- BITTENCOURT, V.C.; CLARET, A.C.; CARMELLO, Q.A.C.; CARVALHO, A.J.L. Produtividade da cana-de-açúcar e fertilidade do solo. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 8, n. 20, p. 41-45, nov./dez. 1989.
- BITTENCOURT, V.C. de; JOÃO, J.; CLEMENTE, J.L.; CARMELLO, Q.A.C.; BEAUCLAIR, E.F. de. Produtividade da cana-de-açúcar e suas relações com a fertilidade dos solos e manejo da cultura. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 10-14, maio/ago. 1990.
- BRASIL GOVERNO FEDERAL. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**: expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro. Brasília: Embrapa, 2009. 55 p.
- BURNQUIST, H.L. A Avanços e retrocessos de um passado recente na agroindústria. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, n. 2, p. 10-12, jul. 1998.
- BURNQUIST, H.L.; BRACALE, G. Mercado internacional de açúcar: panorama e tendências. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, n. 2, p. 13-16, jul. 1998.
- CÂMARA, G.M.S.; BERNARDES, M.S. **Cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2000. 20 p.
- CÂMARA, G.M.S.; OLIVEIRA, E.A.M. de. **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 242 p.
- CAMARGO, P.N. **Fisiologia de la caña de azúcar**. México: Comision Nacional de la Industria Azucarera, 1976. 59 p. (Serie Divulgación Técnica IMPA Folleto, 6).
- CANZIANI, J.R. Rentabilidade comparativa de cana-de-açúcar *versus* outras atividades agropecuárias. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA NA CADEIA PRODUTIVA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM MATO GROSSO DO SUL, 2., 2008, Campo Grande. **Palestras...** Campo Grande: STAB, 2008. 1 CD-ROM.
- CAIXETA FILHO, J.V. **Pesquisa operacional**: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2001, 171 p.
- CARVALHO, L.C.C. Flexível no que deve, sem perder o caráter, jamais..... **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 29, n. 3, p. 8-10, jan./fev. 2011.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira.** Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138 p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Preços agrícolas:** boletim mensal. Piracicaba: FEALQ; CEPEA; CIAGRI; ESALQ, DESR, 1988. n. 15, jan. 1988, 29 p.

\_\_\_\_\_. **Preços agrícolas:** boletim mensal. Piracicaba: FEALQ; CEPEA; CIAGRI; ESALQ, DESR, 1992. n. 69, jul. 1992, 27 p.

\_\_\_\_\_. **Preços agrícolas:** mercados agropecuários e agribusiness. Piracicaba: FEALQ; CEPEA; CIAGRI; ESALQ, DESR, 1996. ano 10, n. 120, out. 1996, 38 p.

\_\_\_\_\_. **Preços agrícolas:** mercados e negócios agropecuários. Piracicaba: FEALQ; CEPEA; CIAGRI; ESALQ, DESR, 2001. n. 173, jul. 2001, 38 p.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H.M.C. de; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J.C.; BURNQUIST, W.L.; CRESTE, S.; CIERO, L. de; FERRO, J.A.; FIGUEIRA, A.V.O.; FILGUEIRAS, R.S.; GROSSI-DE-SÁ, M.F.; GUZZO, E.C.; HOFFMANN, H.P.; LANDELL, M.G.A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F.D.; ROMANO, E.; SILVA, W.J.; SILVA FILHO, M.C.; ULIAN, E.C. Sugarcane (*Saccharum x officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, New York, n. 8, p. 1-28, Feb. 2011.

COPERSUCAR. **9ª geração de variedades de cana-de-açúcar Copersucar.** São Paulo, 2003. 16 p. (Boletim Técnico. Edição especial)

CREDENDIO, J.E.; COIMBRA, L. Brasil terá de importar álcool dos EUA: teor de água no combustível vai subir para viabilizar a compra; governo tenta conter escalada dos preços. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 26 mar. 2011. Mercado, p. B3.

DEMÉTRIO, V.A. **Efeitos da água do solo e temperatura ambiente no rendimento agrícola e industrial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*).** 1978. 98 p. Tese (Doutorado em Engenharia Rural) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.

DIAS, F.L.F.; MAZZA, J.A.; MATSUOKA, S.; PERECIN, D.; MAULE, R.F. Produtividade da cana-de-açúcar em relação ao clima e solos da região noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 3, p. 627-634, 1999.

DILLEWIJN, C.V. **Botany of sugarcane.** Waltham: Chronica Botânica, 1952. 371 p.

DOOREMBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water.** Rome: FAO, 1979. 211 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

DUARTE JÚNIOR, J.B.; COELHO, F.C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e comparado ao sistema convencional com e sem adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 576-583, 2008.

EMBRAPA. **Modelo bioeconômico de pecuária de corte**. Disponível em:

<<http://www.cnpqc.embrapa.br/produtoservicos/embrapec/>>. Acesso em: 13 fev. 2008.

ESPERANCINI, M.S.T.; MIGUEL, F.B. Análise de rentabilidade e risco para fornecedores de cana na região de Barretos (SP). In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009. 1 CD-ROM.

FAUCONNIER, R. **La canne à sucre**. Paris: Edition Maisonneuve et Larose, Collection le Technicien d'Agriculture Tropicale, 1991. 165 p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrinannual 96**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 1995. 392 p.

\_\_\_\_\_. **Agrinannual 2005**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2004. 500 p.

FNP INSTITUTO. **Agrinannual 2009**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2008. 521 p.

FREITAS, S.P.; COELHO, F.C.; PESSANHA, H.M. **Manejo de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar na região Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2001. 48 p. (Boletim, 2).

FRY, J. The competitive position of palm oil in the global oil market. In: INTERNATIONAL OIL PALM CONFERENCE, 2002, Bali. **Proceedings...** Jakarta: IOPRI, 2002. p. 8-12.

GATEC GESTÃO AGROINDUSTRIAL. Disponível em: <<http://www.gatec.com.br>>. Acesso em: 21 jul. 2008.

GHOBRIL, C.N. Cenário e perspectivas para o setor sucro-alcooleiro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 11, p. 49-54, nov. 2001.

GOMES, M.C.R. **Efeito da irrigação suplementar na produtividade da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes - RJ**. 1999. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1999.

GONÇALVES, P.F. **Formas de plantio de mudas de cana-de-açúcar no sistema MEIOSI**. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2009.

GONÇALVES, J.S.; VEIGA FILHO, A.A. Açúcar e álcool. **Prognóstico Agrícola**, São Paulo, n. 2, p. 141-125, jan./jun. 1998.

GOUYON, A. **Paysannerie et héveaculture dans les plaines orientales de Sumatra: quel avenir pour un système agroforestier?** 1995. 436 p. Tese (Doutorado) – Institut Agronomique Paris-Grignon, Paris, 1995.

HARPER, F. **Principles of arable crop production.** London: Granada, 1983. 336 p.

HOMEM DE MELO, F. Os efeitos negativos da política cambial sobre a agricultura brasileira **Economia Aplicada.** São Paulo v. 3, n. esp., p. 35-46, 1999.

\_\_\_\_\_. **A abertura comercial e o papel dos aumentos de produtividade na agricultura brasileira.** São Paulo: Instituto Futuro Brasil, 2002. 31 p.

JANK, M.S.; RODRIGUES, L.; AMARAL, D.F. O agronegócio mundial no século 21. **O Estado de São Paulo,** São Paulo, 02 maio 2007. Espaço Aberto, A2.

JOAQUIM, A.C.; BELLINARO, I.F.; DONZELLI, J.L.; QUADROS, A.C.; BARATA, M.Q.F. Potencial e manejo de solos cultivados com cana-de-açúcar In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 6., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar. 1994. p.1- 9.

KOFFLER, N.F.; DONZELLI, P.L. Avaliação dos solos brasileiros para a cultura da cana-de-açúcar In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, 1987, v. 2, p. 19-41.

LACLAU, P.F.B. **Balço hídrico e crescimento de raízes da cana-de-açúcar sob disponibilidade de água contrastante comparados ao modelo MOSICAS.** 2005. 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LAFFELAAR, P.A. (Ed.). **On systems analysis and simulation of ecological processes: with examples in CSMP and FORTRAN.** Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. 293 p. (Current Issues in Ecology, 6).

LEITE, R.C.; CORTEZ, L.A.B. **O etanol combustível no Brasil.** Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br>>; <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-etanol/etano-4.phd>>. Acesso em: 05 abr. 2007.

LEME, E.J.A.; SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Consumo de água da cana-de-açúcar irrigada por sulcos de infiltração. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 2., 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: STAB, 1981. p. 277-311.

LEPSCH, I. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO P.R.C.; FERREIRA S.O.; YAMADA T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 83-98.

LEVY, M.C.T.C. **Avaliação de cenários da produção agrícola visando a sustentabilidade do uso das terras de Piracicaba (SP)**. 1995. 104p. Dissertação (Mestrado Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995

LIMA, G.A. **Cultura da cana-de-açúcar**. Fortaleza: IOCE, 1984. 159 p.

LIU, W.T.H.; BOTNER, D.M.; SAKAMOTO, C.M. Application of Ceres-Maize model to yield prediction of a Brazilian maize hybrid. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 45, n. 3, p. 299-312, 1989.

MAGALHÃES, A.C.N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono da planta. In: CASTRO P.R.C.; FERREIRA S.O.; YAMADA T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 113-118.

MANHÃES, M.S. (Org.). **Tecnologia canavieira nas regiões Norte Fluminense e Sul do Espírito Santo**. Campos dos Goytacazes: UFRRJ Embrapa Solos, 1999. 61 p. (Boletim Técnico, 12).

MARIN, S.R.; WAQUIL, P.D. **Política cambial brasileira nas décadas de 1980 e 1990: impactos sobre o setor de grãos no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 20 p.

MARIN, F.R.; JONES, J.W.; ROYCE, F.; SUGUITANI, C.; DONZELLI, J.L.; PALLONE FILHO, W.J.; NASSIF, D.S.P. Parametrization and evaluation of predictions of DSSAT/CANEGRO for Brazilian sugarcane. **Agronomy Journal**, Madison, 2010. In press.

MARQUES, P.V. (Coord.). **Custo de produção agrícola e industrial de açúcar e álcool no Brasil na safra 2007/2008**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas, 2009. 194 p. (Relatório apresentado a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil).

\_\_\_\_\_. (Coord.). **Software do produtor: vamos semear o Brasil**. Brasília: Campo futuro, 2010. 1 CD-ROM + DVD + Manual.

MARTINÉ, J.F. **Modélisation de la production potentielle de la canne à sucre en zone tropicale, sous conditions thermiques et hydriques contrastées. Applications du modèle**. 2003. 132 p. Thèse (Docteur en Agronomie) – Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris, 2003.

MARTINÉ, J.F.; COMBRES, J.C.; MEZINO, M. Une plate-forme de simulation comme outil d'analyse et d'aide à la décision: SIMULEX. In: ACTES DE L'AFRCAS/GPS, 2001, Yaoundé. **Anais...** Yaoundé: CIRAD, 2001. p. 91-103.



MARTINÉ, J.F.; LEBRET, P.; COMBRES, J.C.; LARICHAUDRY, R. de; JEANNETTE, M.; MEZINO, M. Modeling sugarcane growth. In: CENTRE DE COOPERATION INTERNATIONALE EN RECHERCHES AGRONOMIQUES POUR LE DEVELOPPEMENT. **Biophysical function models and diagnostic tools: sugarcane programme**, annual report. Montpellier, 1999. p. 48-49.

MATIOLI, C.S. **Irrigação suplementar de cana-de-açúcar**: modelo de decisão para o Estado de São Paulo. 1998. 122 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

MATTHEWS, R.B.; KROPFF, M.J.; BACHELET, D.; van LARR, H.H. **Modeling the impact of climate change on rice production in Asia**. London: CAB International, 1995. 173 p.

MAULE, R.F.; MAZZA, J.A.; MARTHA JUNIOR, G.B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, abr./jun. 2001.

MAZOUYER, M.; ROUDART, L. **Histoire des agricultures du monde: du Neolithique à La crise contemporaine**. Paris: Seuil, 1998. 545 p.

MIGONE SEGOVIA, N.V. **Perfil tecnológico dos fornecedores de cana-de-açúcar e entraves para a adoção de sistemas agroflorestais na região de Piracicaba, SP - Brasil**. 2004. 90 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MUCHOW, R.C.; SPILLMAN, M.F.; WOOD, A.W.; THOMAS, M.R. Radiation interception and biomass accumulation in a sugarcane crop grown under irrigated tropical conditions. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 45, p. 37-49, 1994.

NUNES JUNIOR, D. Variedades da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 187-259.

O’LEARY, G.J. A review of three sugarcane simulation models with respect to their prediction of sucrose yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 68, p. 97-111, 2000.

OMETTO, J.C. **Uma equação para a estimativa de evapotranspiração potencial**: sua aplicação no cálculo das necessidades hídricas e do rendimento agro-industrial da cana-de-açúcar na região de Piracicaba (SP). 1974. 129 p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1974.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros meteorológicos e a cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 17 p.

ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação de cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1983. 369 p.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja doutor do seu canavial. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 67, p. 17, set. 1994. (Arquivo do Agrônomo, 6).

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, L.C.F.; LAVORENTI, N.A. Adubação PK em cana-de-açúcar cultivada em dois espaçamentos de plantio. **STAB, Açúcar Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 15-21, 1990.

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM ECONOMIA E GESTÃO DE EMPRESAS. **Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil: safra 2009/2010**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas, 2010. 100 p. (Relatório apresentado à Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil).

PENATTI, C.P. **Uso de ácido fosfórico ou superfosfato triplo como fonte de fósforo para a cultura da cana-de-açúcar**. 1991. 105p. Dissertação (Mestrado Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

PENNING DE VRIES, F.W.T. Phases of development of models. In: PENNING DE VRIES, F.W.T.; VAN LAAR, H.H. (Ed.). **Simulation of plant growth and crop production**. Wageningen: Pudoc, 1982. p. 20-25.

PENNING DE VRIES, F.W.T.; JANSEN, D.M.; BERGE, H.F.M.; BAKEMA, A. **A simulation of ecophysiological process of growth in several annual crops**. Wageningen: Pudoc, 1989. 271 p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Um simulador dinâmico do crescimento de uma cultura de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 107-122, 1986.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 478 p.

PRADO, H. **Pedologia fácil: aplicações na agricultura**. Piracicaba: O Autor, 2007. 105 p.

PRELLWITZ, W.P.V. **Intercultivo em soqueiras de cana-de-açúcar com *Crotalaria juncea* L.**. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2010.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

ROBINSON, J.B.; KEARNS, B.F. ARMSTRONG, E.L.; BUTLER, G.J. PRISM: applying bioeconomic models to farm management issues. **Saccharum**, Piracicaba, v. 28, p. 39-42, 2008.

RODELLA, A.A.; ZAMBELO, JUNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J. Calibração das análises de fósforo e potássio no solo em cana-de-açúcar: 2ª aproximação. **Saccharum**, Piracicaba, v. 28, p. 39-42, 1983.

RODRIGUES, R. Tecnologia e competitividade. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 07 jul. 2007. Mercado, p. B2.

ROJAS, J.S.D.; BARBIERI, V. Modelo agrometeorológico de estimativa da produtividade da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 67-73, 1999.

ROLIN, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

ROSENFELD, U. **Período crítico de deficiência hídrica para a cana planta em cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1989. 89 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

ROSENFELD, U.; LEME, E.J.A. Produtividade da cana-de-açúcar irrigada por aspersão. Estudo de épocas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 3., 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: STAB, 1984. p. 77-84.

SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 373-431.

SCARPARI, M.S. **Modelo para a previsão da produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) através de parâmetros climáticos**. 2002. 79 p. Tese (Doutorado Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SCARPARI, M.S.; LANDELL, M.G.A.; BEAUCLAIR, E.G.F. Optimised agricultural planning of sugarcane using linear programming. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 26., 2007, Durban. **Abstract book...** Durban: ISSCT, 2007. p. 31-34.

SINCLAIR; T.R.; MUCHOW, R.C. Radiation use efficiency. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 65, p. 215-265, 1999.

SILVA, G.M.A. Liberação de preços no setor canavieiro: modelo de auto-gestão do setor no Estado de São Paulo. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 3., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1998. p. 8-9.

\_\_\_\_\_. Comportamento dos preços do açúcar e do álcool e do kg de ATR na safra 2007/2008. **STAB. Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 26, n. 5, p. 34-35, jun. 2008.

SILVA, F.C. da; BERGAMASCO, A.F.; BERNARDES, M.S. Modelos aplicados a cultura da cana-de-açúcar: CANEGRO e outros. In: WORKSHOP INTERNACIONAL: MODELAGEM DE PROCESSOS PARA SIMULAÇÃO DE CRESCIMENTO DE CULTURAS, 2000, Campinas. **Proceedings...** Campinas: Embrapa, CNPTIA; International Consortium for Agricultural System Applications, 2000. 1 CD-ROM.

SMITH, D.M.; INMAN-BAMBER, N.G.; THORBURN, P.J. Growth and function of the sugarcane root system. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 169-183, 2005.

SOBRAL, A.F. de; GUIMARÃES, V.O.S. Relação entre a toxidez do alumínio e a produção de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 287-292, fev. 1992.

SOUSA, E.F. **Função de produção da cana-de-açúcar e da goiabeira em relação à irrigação**. 1997. 118 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1997.

SOUSA, E.F., BERNARDO, S.; CARVALHO, J.A. Função de produção de cana-de-açúcar em relação à água para tres cultivares, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 28-42, 1999.

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e a produção da cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosicas**. 2006. 60 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

TERAMOTO, E.R. **Avaliação e aplicação de modelos de estimativa de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) baseados em parâmetros do solo e do clima**. 2003. 86 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

TINKER, P.B. The future research requirements for the oil palm plantation. In: INTERNATIONAL OIL PALM CONFERENCE. **Plantation tree crops in the new millennium: the way ahead**, 2000, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Inc. Soc. Planters, 2000. p. 3-40.

THOMPSON, G.D. Water use by sugarcane. **The South African Sugar Journal**, Pretoria, p. 593-635, Nov. 1976.

TORNLEY, J.H.M. **Mathematical models in plant physiology: a quantitative approach to problems in plant and crop physiology**. London: Academic Press, 1976. 274 p.

TROUSE, J.A.C.; HUMBERT, R.P. Some effects of soil compaction on the development of sugar cane roots. **Soil Science**, Baltimore, v. 91, p. 208-217, 1961.

VASCONCELOS, A.C.M. de. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual**. 2002. 140 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. **Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar no estado do Rio de Janeiro: relatório de pesquisa**. Rio de Janeiro: UFRRJ, FAERJ; SEBRAE/RJ, 2006. 107 p.

VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F.; MIRANDA, F.H.V. de; PRELLWITZ, W.P.V. **Indicadores de produção da cana-de-açúcar na fazenda Abadia – safra 1999/2000**. Campos dos Goytacazes: UFRRJ, FAPUR, 2001. 16 p.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. Disponível em:  
<<http://www.udop.com.br>>. Acesso em: 28 mar. 2011.

XAVIER, C.E.O.; ZILIO, L.B.; SONODA, D.Y.; MARQUES, P.V. **Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil**: safra 2008/2009. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas, 2009. 82 p. (Relatório apresentado a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil).

WIT, C.T. de. Theory of modeling: simulation of living systems. In: PENNING DE VRIES, F.W.T.; VAN LAAR, H.H. (Ed.). **Simulation of plant growth and crop production**. Wageningen: Pudoc, 1982. p. 1-8.

\_\_\_\_\_. Resource use analysis in agriculture: a struggle for interdisciplinarity. In: FRESCO, L.O.; STROOSNIJDER, L.; BOUMA, J; VAN KEULEN, H. (Ed.). **The future of the land: mobilizing and integrating knowledge for land use options**. Chichester: John Wiley, 1994. p. 41-55.

WOJTKOWSKI, P.A. **Bioeconomic simulation of agroforestry systems**: an application to Southeast Bahia, Brazil. 1989. 68 p. Tese (Doctor of Philosophy) – University of Georgia, Athens, Georgia, 1989.



**APÊNDICE**





<b>Projeto Planejamento Estratégico - Fazenda Abadia</b>	<b>2008 - 2017</b>
--	--------------------

**Proponete:** João Antonio de Queiroz Galvao  
**Data:** 30-Sep-07 **Ano inicio projeto:** 2008  
**Propriedade:** Fazenda Abadia  
**Local:**  
 Município: Campos dos Goytacazes/RJ  
 Latitude: Longitude:  
 Distancia média dos canaviais até local de recrutamento de mao-de-obra 8 km  
 Distancia média dos canaviais até unidade industrial 14 km

**Área total:** 2.770,20

**Adequação Ambiental:**

20% ARL - Área de Reserva Legal  
 8% APP - Área de Proteção Permanente

**Outras Indisponibilidades:**

1% Direito de passagem (ferrovias, rodovias, dutos, linhas de transmissão etc.)

**Área p/ Infra-estrutura:**

7% Infraestrutura Geral: Carreadores, Aceiros, Estradas, Canais e Margens, etc..

**Percentual total de área p/ adequação:**

28%

**Área disponível:**

1.995 ha

**Área efetiva de cana própria: Produtividade esperada de cana própria**

1.476,72

70 TC/ha.safra

#### PREMISSAS ADOTADAS NO PRESENTE MODELO

Preço da Tonelada de Cana (R\$/t)	
posta na Esteira da Usina*	44,60
entregue em pé na lavoura (CCT por conta da Usina)	38,00
equivalente ao CCT	6,60
Quantidade de muda usada no plantio* (t/ha plantado)	16
Proporcao de mudas de producao propria	85%
Proporcao de mudas adquiridas de terceiros	15%
(ou taxa annual de renovação de variedades)	

Itens ou células em azul são de entrada de dados para simulações.

O custeio de mecanização foi estimado por custo de hora de operação de máquinas e equipamentos, o fluxo de caixa deve considerar a aquisição de tais equipamentos, para o que é sugerida lista mínima de aquisições.

O custeio da colheita foi incluído, sendo entretanto, desconsiderado para análise do estudo, pois realizado pela unidade industrial compradora da cana.

A avaliação econômica depende de estudo de viabilidade e do modelo de negócio

**Clima**

Períodos e Duração do Plantio:  
 Período de Maturação e Intensidade (ART)  
 Define - Uso de Maturador e Período e Duração da Colheita

Produtividade de cana-de-açúcar em colmos industrializáveis, em função da da precipitação pluviométrica natural e de irrigação, ambas em termos anuais, de acordo com modelo de Salassier, 2005, baseado em experimentos na zona canavieira de Campos-RJ

precipitação pluviométrica anual, natural do local **1073,4 (MIN=790; MAX=1280)**  
 coeficiente linear **410**  
 coeficiente angular de primeiro grau **0,75**  
 coeficiente angular de segundo grau **0,00025**

**Irrigação**

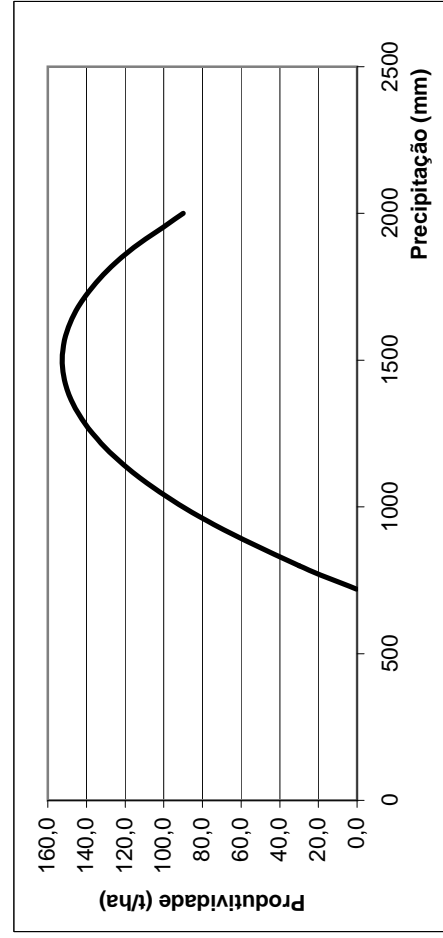
Percentual da área total do canalial com irrigação por:

- 26% Salvamento (plantio e socas) c/ água
- 24% Aspersão (plantio e socas) c/ água
- 32% Pivot (plantio e socas) c/ água
- 19% Sulco (plantio e socas) c/ água
- 0% Sequeiro (plantio e socas) c/ água
- 100% Total

OBS.  
 polinomial de segundo grau Lâmina total de água potencial obtida  
 necessário introduzir coeficiente line (mm) irrigação desconto do solo (t/ha)  
 negativo para zerar produção abaixo da precipitação para zerar produtividade, assumida como sendo 410 mm

Salvamento (plantio) c/ vinhaça	1073,44	0	107,0
Salvamento (plantio) c/ água	1133,44	60	118,9
Aspersão (plantio) c/ água	1193,44	120	129,0
Pivot (plantio) c/ água	1193,44	120	129,0
Sulco (plantio) c/ água	1193,44	120	129,0
Sequeiro (plantio) S/ IRRAG.	1073,44	0	107,0

Produz. (t/ha)	Precipitação (mm)	Precipitação (mm)
720	0,4	961,00
800	30,0	903,50
950	76,9	792,00
1100	112,5	915,00
1250	136,9	980,00
1400	150,0	1.273,50
1550	151,9	1.324,50
1700	142,5	1.438,00
1850	121,9	<b>1.073,44</b>
2000	90,0	



## 2.Irrigação

### Esquema de irrigação adotado no projeto

Sistema de irrigação	Plantio ano-e-meio		Plantio ano		Primeira folha		Segunda folha		Terceira folha		Quarta folha		Quinta folha	
	num. aplic.	mm/ ha.ano	num. aplic.	mm/ ha.ano	num. aplic.	mm/ ha.ano	num. aplic.	mm/ ha.ano	num. aplic.	mm/ ha.ano	num. aplic.	mm/ ha.ano	num. aplic.	mm/ ha.ano
Sequeiro	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Salvamento	1	60,0	60	60,0	0	60,0	0	60,0	0	60,0	0	60,0	0	60,0
Aspersão	2	60,0	120	60,0	1	60,0	60	60,0	0	60,0	0	60,0	0	60,0
Pivo	2	60,0	120	60,0	1	60,0	60	60,0	0	60,0	0	60,0	0	60,0
Sulco	2	60,0	120	60,0	1	60,0	60	60,0	0	60,0	0	60,0	0	60,0

intensidade de uso da irrigação

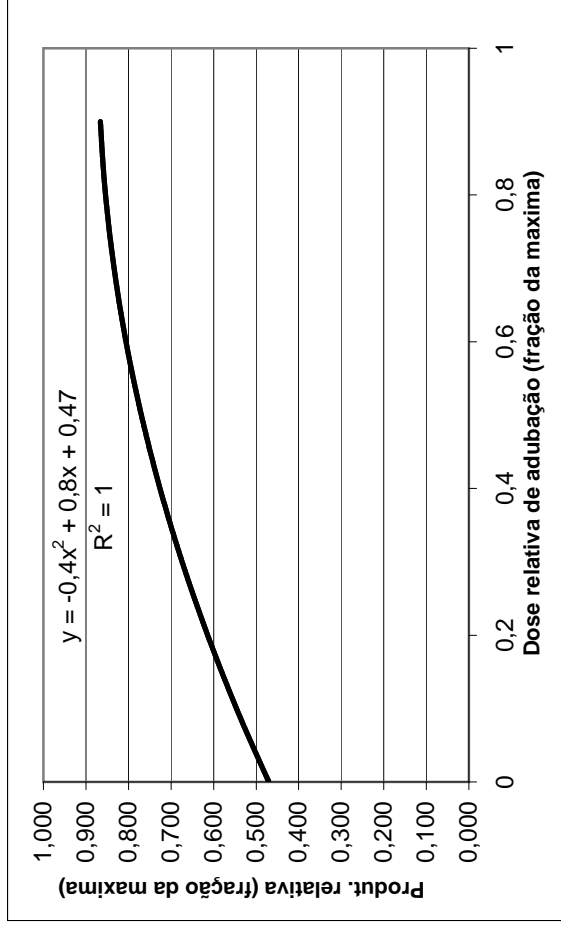
**0,25** (aceita valores de 0.25 ou 0.5 ou 0.75 ou 1.0)

### Adubação

Produtividade de cana-de-açúcar em colmos industrializáveis, em função da adubação, de acordo com curvas de resposta relatados por van Raij, 1991, baseado em experimentos com cana-de-açúcar.

coeficiente linear **0,47**  
 coeficiente angular de primeiro grau **0,8**  
 coeficiente angular de segundo grau **0,4**

Adubação (rel.)	Produtividade (rel.)
0	0,470
0,1	0,546
0,2	0,614
0,3	0,674
0,4	0,726
0,5	0,770
0,6	0,806
0,7	0,834
0,8	0,854
0,9	0,866
1	0,870

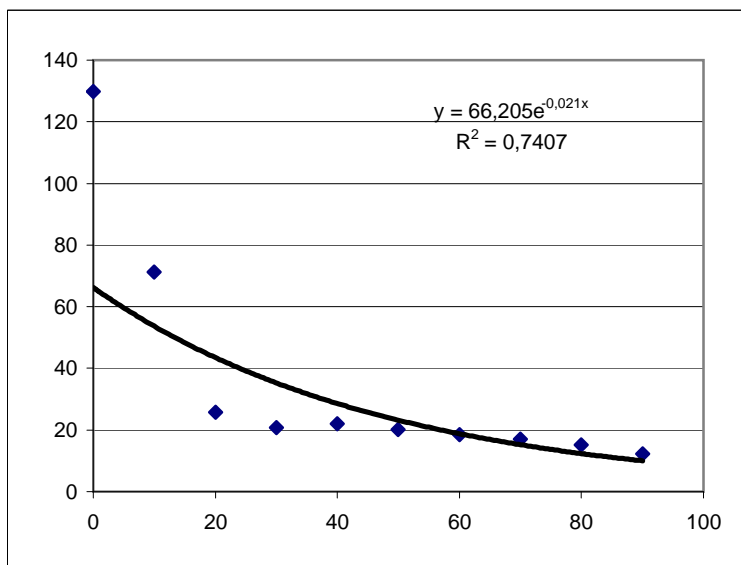


**0,2**  
**0,6**

**Dose relativa de adubo adotada (0 a 1):**  
**Fator de multiplicação da produtividade:**

dados Manejo sostenible de matospecies (Malezas) em Saccharumm sp.  
 Disertacion del Academico Correspondieten Ing. Agr Dr Roberto A. Arevalo  
 Academia Nacional de Agronomia y Veterinaria, Tomo LIII, n 14 Buenos Aires  
 setiembre de 1999, 44 p.

Infest. (%)	Prod. (t/ha)
0	129,91
10	71,3
20	25,83
30	20,72
40	21,98
50	20,08
60	18,57
70	17,03
80	15,09
90	12,23
100	



Recalibrados

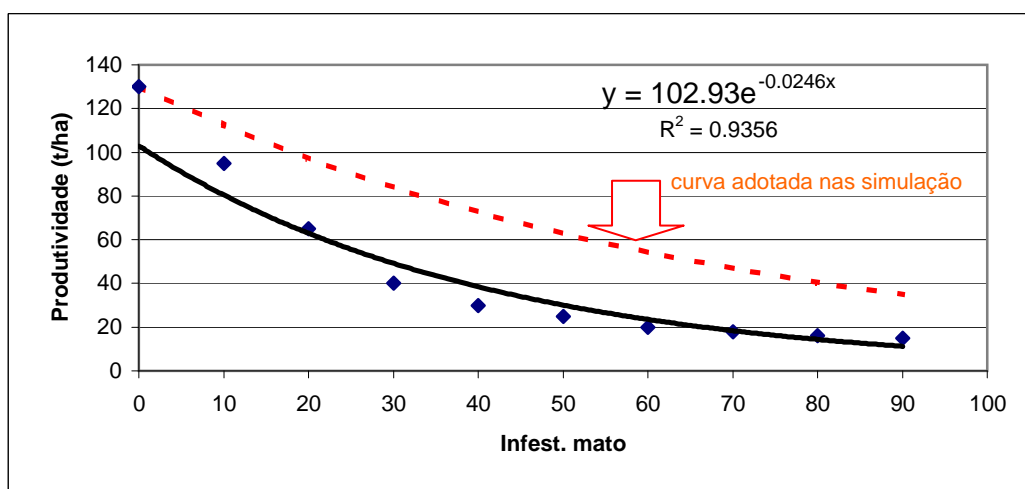
Densidade Produtividade do primeiro corte

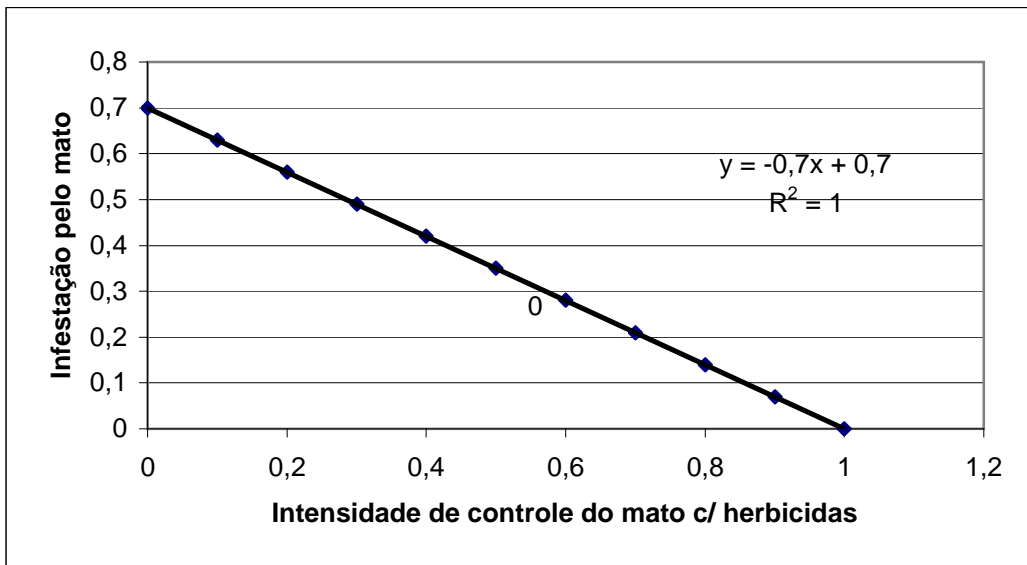
mato	estimada	calculada
0	130	130
10	95	112,3405
20	65	97,07991
30	40	83,89235
40	30	72,49622
50	25	62,64817
60	20	54,1379
70	18	46,78368
80	16	40,42848
90	15	34,93658
100		11,10654

Sem controle do mato, sua densidade vai para 50%  
 Diversas sitacoes do I Forum de Herbicidas - 1997  
 (28%, 53%, 45%, 30% e 80%) 47% m'edia

Uso total do controle garante densidade de mato = 0

Coefficiente de decaimento anual deve ser multiplicado  
 pela densidade de infestação com atenuante





Intensidade controle mato	Densidade de infestação calculada
0	0,7
0,1	0,63
0,2	0,56
0,3	0,49
0,4	0,42
0,5	0,35
0,6	0,28
0,7	0,21
0,8	0,14
0,9	0,07
1	0

**Plantio**Intensidade de controle de mato adotada (0 a 1): **0,2**Densidade de infestação de mato resultante: **0,4**Fator de multiplicação da produtividade: **0,557663****Soqueira**Intensidade de controle de mato adotada (0 a 1): **0,2**Densidade de infestação de mato resultante: **0,4**fator = **0,5**

5. Herbicidas

Herbicidas para soca										Valor	
Nome técnico	Nomes comerciais	Espectro de ação	Observações	Dose (l/ha)		Preço R\$/litro	da área		R\$/ha		
				planta	soca		planta	soca	planta	soca	
Espalhante-adesivo				0,30	0,30	7,7	200%	200%	4,62	4,62	
Clomazone	Gamit 360	Mono e Dicotiledóneas	Aplicar logo após o plantio ou corte com solo bem úmido e sem torrões, temp. menor que 35o C	2,00	2,00	40,70	70%	20%	56,98	16,28	
2,4 D	DMA 806 B\ R, 670 g/l		pré- ou pós-emergência, com cana com mais de 30 cm de altura	1,00	1,00	16,5	100%	100%	16,50	16,50	
Diuron + hexazihone	Velpar	Mono e Dicotiledóneas	Aplicar após o plantio ou corte, com solo úmido ou, em POS precoce. Não aplicar em solo Arenoso ou teor-baixo de M.O.	2,00	2,50	40,7	100%	100%	81,40	101,75	
Isoxaflutole	Provence 750 WG	Gramíneas e dicotiledóneas	Em solos arenosos, ou após calagem pesada atentar para uma dose menor (0,15 a 0,25). Para melhor controle de folhas largas adicionar Diuron na dose de 1,25 kg i.a./ha, ou Ametryne.	0,35	0,35	395,00	20%	10%	27,65	13,83	
MSMA	MSMA Sanachem 720 CS, Volcane	Mono e dicotiledóneas	Aplicar em plantas daninhas até 6 folhas. Em catação, usar 3,0l/ha. Com altas infestações de tiririca, cana com mais de 50 cm de altura, em jato dirigido, fazer 1 aplicação com 3,5 l/ha, quando as ervas estiverem com 8 a 12 folhas (imediatamente antes do florescimento) e outra aplicação com 2,5 l/ha 3 a 5 semanas após, quando as ervas estiverem novamente verdes. Na catação de touceiras de capim-colonião, misturar 2,5/100 l de água e aplicar aproximadamente 150 ml por touceira.	1,80	1,80	16,5	30%	20%	8,91	5,94	
Sulfentrazone	Boral 500 SC	Mono e Dicotiledóneas. Desinfestação de tiririca com aplicações consecutivas.	Aplicar em solo bem úmido e sem torrões, logo após o plantio ou corte	1,60	1,60	120,0	10%	5%	19,20	9,60	
Glyphosate	Round-up WG, Glifosato	Mono e dicotiledóneas	Catação ou para eliminar soqueiras da última soca, 5 a 6 l/ha.	3,00	3,00	26,4	120%	20%	95,04	15,84	
Halosulfuron	Sempre/Glaudium	Cyperaceas	Aplicar 30 a 40 dias após o plantio de cana de açúcar, em área total	0,15	0,15	165,0	10%	5%	2,48	1,24	
Imazapyr	Contain	Especialmente para capim marmelada, grama seda, tiririca e capim colchão e capim-camalote.	Aplicar 60 dias antes da reforma. Controle de mato em canais e aceiros. Na soca usar 0,8l/ha.	2,00	0,80	110,0	37%	7%	81,40	6,16	

**Valor a ser gasto com herbicidas no controle de mato padrão:**

**Intensidade de controle de mato adotada (0 a 1):**

**Valor a ser gasto com herbicidas por hectare tratado:**

394,18  
191,75  
0,2  
78,84  
38,35

**Danos da inundacao**

setores	perda (ha)		
	extrema	total	
6	0,85	1,1	
13	13	9,1	
14	5,1	2,7	
15	113,88	57,9	
16	60,81	35,2	
17	42,54	22,5	
19	42,28	25,3	
20	75,22	38,1	
21	53,6	60,5	
25	2,45	3,2	
	409,73	255,6	
<b>soma</b>		<b>665,33</b>	
por sistema de plantio			
setores	perda (ha)		
	extrema	total	
salvamento	19	42,28	25,3
<b>376,94 ha</b>	20	37,61	19,05
	21	26,8	30,25
	total (ha)	106,69	74,6
	total (%)	28,30%	19,79%
			<b>48,10%</b>
aspersão	20	37,61	19,05
<b>352,31 ha</b>	21	26,8	30,25
	25	2,45	3,2
	total (ha)	66,86	52,5
	total (%)	18,98%	14,90%
			<b>33,88%</b>
pivô	13	13	9,1
<b>471,01 ha</b>	14	5,1	2,7
	15	113,88	57,9
	16	60,81	35,2
	17	42,54	22,5
	total (ha)	235,33	127,4
	total (%)	49,96%	27,05%
			<b>77,01%</b>
sulco	6	0,85	1,1
<b>276,46 ha</b>	total (ha)	0,85	1,1
	total (%)	0,31%	0,40%
			<b>0,71%</b>
<b>TOTAL CANAVIAL</b>	<b>TOTAL (ha)</b>	<b>409,73</b>	<b>255,6</b>
<b>1476,72 ha</b>	<b>TOTAL (%)</b>	<b>27,75%</b>	<b>17,31%</b>
			<b>45,05%</b>

## Classificacao das perdas por inundacao

extrema= risco de salinização, deposição de material sólido, morte total do canavial recém cortado  
deposição de resíduo tóxico, permanencia de água longo período (até agosto 2007)

total = morte do canavial

## Produtividade resultante

	(ha)	(t/ha)	prod estimada
area de canavial decadente	200	24,0	4800
area de canavial regular	611,39	64,0	39129
<b>area total do canavial</b>	<b>1476,72</b>		<b>43929</b>



7. área salvamento

Ano	Salvamento	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
área total	<b>376,94</b>										
área de reforma	64,43										
ano-e-meio	<b>85%</b>	54,77	54,77	54,77	54,77	54,77	54,77	54,77	54,77	54,77	54,77
ano	<b>15%</b>	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67
n cortes	<b>5</b>										
área		64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43
porcentagem em plantio mecanizado	<b>15%</b>										
perda área enchente	<b>48,1%</b>										
área de soqueira		0,5 fração de custo e demanda de tratores e M.O. em áreas remanescentes da inundação									
1 corte		33,44	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43
2 corte		33,44	33,44	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43
3 corte		33,44	33,44	33,44	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43
4 corte		33,44	33,44	33,44	33,44	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43
5 corte		33,44	33,44	33,44	33,44	33,44	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43
6 corte						33,44	64,43	64,43	64,43	64,43	64,43
total de soqueiras		167,22	198,21	229,20	260,19	291,18	322,17	322,17	322,17	322,17	322,17
ÁREA TOTAL		222,0	253,0	284,0	315,0	346,0	376,9	376,9	376,9	376,9	376,9
Decaimento anual =	<b>0,38</b>										
	<b>0,532</b>		0,5	0,6	0,5	0,4	0,3				
Produtividade/corte (t/ha)		Produção									
1	<b>59,14</b>	1.087,9	3.810,8	3.810,8	3.810,8	3.810,8	3.810,8	3.810,8	3.810,8	3.810,8	3.810,8
2	40,9	752,4	752,4	2.635,5	2.635,5	2.635,5	2.635,5	2.635,5	2.635,5	2.635,5	2.635,5
3	33,0	606,4	606,4	606,4	2.124,2	2.124,2	2.124,2	2.124,2	2.124,2	2.124,2	2.124,2
4	28,3	520,3	520,3	520,3	520,3	1.822,7	1.822,7	1.822,7	1.822,7	1.822,7	1.822,7
5	25,1	462,1	462,1	462,1	462,1	462,1	1.618,7	1.618,7	1.618,7	1.618,7	1.618,7
6	22,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
total		3.429,1	6.152,0	8.035,2	9.552,9	10.855,3	12.011,9	12.011,9	12.011,9	12.011,9	12.011,9
produtividade média (t/ha)		20,5	31,0	35,1	36,7	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3
área colhida		15,4	24,3	28,3	30,3	31,4	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9
área total											

7. área salvamento

Ano	Salvamento	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Consumo de água	(mm)										
plântio											
ano-e-meio		3286,1	3286,1	3286,1	3286,1	3286,1	3286,1	3286,1	3286,1	3286,1	3286,1
ano		579,9	579,9	579,9	579,9	579,9	579,9	579,9	579,9	579,9	579,9
soqueira											
1 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumo de água	total(m3)	38660,5	38660,5	38660,5	38660,5	38660,5	38660,5	38660,5	38660,5	38660,5	38660,5
Hectares efetivamente irrigados	(ha por n. de aplic.)										
plântio											
ano-e-meio		54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8
ano		9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
soqueira											
1 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL		644,3	644,3	644,3	644,3	644,3	644,3	644,3	644,3	644,3	644,3
Equipamentos necessários											
Conjunto moto-bomba e aspersao montagem direta no campo		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

8. área aspersão

Ano	Aspersao	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
área total	352,31										
área de reforma	60,74										
ano-e-meio	80%	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59	48,59
ano	20%	12,15	12,15	12,15	12,15	12,15	12,15	12,15	12,15	12,15	12,15
n cortes	5										
área		60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
porcentagem em plantio mecanizado	15%										
perda área encharcadas	33,9%										
área de soqueira		40,16	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
1 corte		40,16	40,16	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
2 corte		40,16	40,16	40,16	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
3 corte		40,16	40,16	40,16	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
4 corte		40,16	40,16	40,16	40,16	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
5 corte		40,16	40,16	40,16	40,16	40,16	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
6 corte		40,16	40,16	40,16	40,16	40,16	60,74	60,74	60,74	60,74	60,74
total de soqueiras		200,82	221,40	241,98	262,56	283,14	303,72	303,72	303,72	303,72	303,72
ÁREA TOTAL		249,41	269,99	290,57	311,15	331,73	352,31	352,31	352,31	352,31	352,31
Decaimento anual =	0,3 0,36										
Produtividade/corte (t/ha)	Produção										
1	64,16	1.417,4	3.897,6	3.897,6	3.897,6	3.897,6	3.897,6	3.897,6	3.897,6	3.897,6	3.897,6
2	50,0	1.104,4	1.104,4	3.036,8	3.036,8	3.036,8	3.036,8	3.036,8	3.036,8	3.036,8	3.036,8
3	43,2	954,4	954,4	954,4	2.624,4	2.624,4	2.624,4	2.624,4	2.624,4	2.624,4	2.624,4
4	39,0	860,5	860,5	860,5	860,5	2.366,2	2.366,2	2.366,2	2.366,2	2.366,2	2.366,2
5	35,9	794,1	794,1	794,1	794,1	794,1	2.183,5	2.183,5	2.183,5	2.183,5	2.183,5
6	33,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
produtividade média (t/ha)		5.130,8	7.610,9	9.543,4	11.213,4	12.719,1	14.108,5	14.108,5	14.108,5	14.108,5	14.108,5
área colhida		25,5	34,4	39,4	42,7	44,9	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5
área total		20,6	28,2	32,8	36,0	38,3	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0

## 8. área aspersão

Ano	Aspersao	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Consumo de água plântio											
ano-e-meio		5831,3	5831,3	5831,3	5831,3	5831,3	5831,3	5831,3	5831,3	5831,3	5831,3
ano		1093,4	1093,4	1093,4	1093,4	1093,4	1093,4	1093,4	1093,4	1093,4	1093,4
soqueira											
1 corte		0,0	3644,6	3644,6	3644,6	3644,6	3644,6	3644,6	3644,6	3644,6	3644,6
2 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumo de água	total(m3)	69247,1	105693,0	105693,0	105693,0	105693,0	105693,0	105693,0	105693,0	105693,0	105693,0
Hectares efetivamente irrigados	(ha por n. de aplic.)										
plântio											
ano-e-meio		48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6
ano		12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
soqueira											
1 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL		607,4	607,4	607,4	607,4	607,4	607,4	607,4	607,4	607,4	607,4
Equipamentos necessários											
Conjunto moto-bomba e aspersao montagem direta no campo		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

9. área pivô

Ano	Pivot	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
área total	471,01										
área de reforma	70,83										
ano-e-meio	65%	46,04	46,04	46,04	46,04	46,04	46,04	46,04	46,04	46,04	46,04
ano	35%	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79
n cortes	6										
área		70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
porcentagem em plantio mecanizado	80%										
perda área encharcadas	50,0%										
área de soqueira		35,44	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
1 corte		35,44	35,44	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
2 corte		35,44	35,44	35,44	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
3 corte		35,44	35,44	35,44	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
4 corte		35,44	35,44	35,44	35,44	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
5 corte		35,44	35,44	35,44	35,44	35,44	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
6 corte		35,44	35,44	35,44	35,44	35,44	70,83	70,83	70,83	70,83	70,83
total de soqueiras		212,64	248,03	283,42	318,81	354,20	389,58	424,97	424,97	424,97	424,97

ÁREA TOTAL Decaimento anual = 0,25 0,3

Produtividade/corte (t/ha)	Produção	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	75,49	1.337,7	5.346,7	5.346,7	5.346,7	5.346,7	5.346,7	5.346,7	5.346,7	5.346,7	5.346,7
2	61,3	1.086,5	1.086,5	4.342,9	4.342,9	4.342,9	4.342,9	4.342,9	4.342,9	4.342,9	4.342,9
3	54,3	962,1	962,1	962,1	3.845,5	3.845,5	3.845,5	3.845,5	3.845,5	3.845,5	3.845,5
4	49,8	882,5	882,5	882,5	882,5	3.527,5	3.527,5	3.527,5	3.527,5	3.527,5	3.527,5
5	46,6	825,4	825,4	825,4	825,4	825,4	3.299,1	3.299,1	3.299,1	3.299,1	3.299,1
6	44,1	781,5	781,5	781,5	781,5	781,5	781,5	3.123,5	3.123,5	3.123,5	3.123,5
total		5.875,6	9.884,7	13.141,0	16.024,4	18.669,3	21.143,0	23.485,1	23.485,1	23.485,1	23.485,1

produtividade média (t/ha) área colhida área total 27,6 22,7 39,9 33,6 46,4 39,9 50,3 43,9 52,7 46,6 54,3 48,5 55,3 49,9 55,3 49,9 55,3 49,9

## 9. área pivô

Ano	Pivot	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Consumo de água plantio											
ano-e-meio ano		5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1	5524,6 2231,1
soqueira											
1 corte		0,0	4249,7	4249,7	4249,7	4249,7	4249,7	4249,7	4249,7	4249,7	4249,7
2 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 corte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumo de água total(m3)		77557,3	120054,4	120054,4	120054,4	120054,4	120054,4	120054,4	120054,4	120054,4	120054,4

10. área sulco

Ano	Sulco	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
área total											
área de reforma	276,46 40,96										
ano-e-meio	75%	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72
ano	25%	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24
n cortes	6										
área		40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96
porcentagem em plantio mecanizado	0%										
perda área enchente	0,7%										
área de soqueira		40,67	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96
1 corte		40,67	40,67	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96
2 corte		40,67	40,67	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96
3 corte		40,67	40,67	40,67	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96
4 corte		40,67	40,67	40,67	40,67	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96
5 corte		40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96
6 corte		40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,67	40,96	40,96	40,96	40,96
total de soqueiras		244,01	244,30	244,59	244,88	245,16	245,45	245,74	245,74	245,74	245,74

ÁREA TOTAL 274,73 275,02 275,30 275,59 275,88 276,17 276,46 276,46 276,46 276,46 276,46

Decaimento anual = 0,3

0,36

Produtividade/corte (t/ha)	Produção
1	67,94 1.519,6 2.782,6 2.782,6 2.782,6 2.782,6 2.782,6 2.782,6 2.782,6 2.782,6 2.782,6
2	52,9 1.184,0 1.184,0 2.168,1 2.168,1 2.168,1 2.168,1 2.168,1 2.168,1 2.168,1 2.168,1
3	45,7 1.023,2 1.023,2 1.023,2 1.873,6 1.873,6 1.873,6 1.873,6 1.873,6 1.873,6 1.873,6
4	41,2 922,6 922,6 922,6 922,6 1.689,3 1.689,3 1.689,3 1.689,3 1.689,3 1.689,3
5	38,1 851,3 851,3 851,3 851,3 851,3 1.558,9 1.558,9 1.558,9 1.558,9 1.558,9
6	35,6 797,3 797,3 797,3 797,3 797,3 797,3 797,3 1.459,9 1.459,9 1.459,9
total	6.298,1 7.561,0 8.545,1 9.395,5 10.162,2 10.869,8 11.532,4 11.532,4 11.532,4 11.532,4 11.532,4

produtividade  
 média (t/ha) 25,8 30,9 34,9 38,4 41,5 44,3 46,9 46,9 46,9 46,9 46,9  
 área colhida 22,9 27,5 31,0 34,1 36,8 39,4 41,7 41,7 41,7 41,7 41,7  
 área total 22,9 27,5 31,0 34,1 36,8 39,4 41,7 41,7 41,7 41,7 41,7

10. área sulco

Ano	Sulco	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Consumo de água plantio											
ano-e-meio		3686,1	3686,1	3686,1	3686,1	3686,1	3686,1	3686,1	3686,1	3686,1	3686,1
ano		921,5	921,5	921,5	921,5	921,5	921,5	921,5	921,5	921,5	921,5
soqueira											
	1 corte	0,0	2457,4	2457,4	2457,4	2457,4	2457,4	2457,4	2457,4	2457,4	2457,4
	2 corte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3 corte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4 corte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5 corte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumo de água	total(m3)	46076,7	70650,9	70650,9	70650,9	70650,9	70650,9	70650,9	70650,9	70650,9	70650,9



11. área total

Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
área total										
área de reforma										
ano	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84
ano-e-meio	180,12	180,12	180,12	180,12	180,12	180,12	180,12	180,12	180,12	180,12
n cortes										
área	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96
área perdida com inundação	652,0	384,7	297,4	210,2	122,9	35,7	0,0			
área de soqueira										
1 corte	149,72	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96
2 corte	149,72	149,72	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96
3 corte	149,72	149,72	149,72	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96
4 corte	149,72	149,72	149,72	149,72	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96
5 corte	149,72	149,72	149,72	149,72	149,72	236,96	236,96	236,96	236,96	236,96
6 corte	76,11	76,11	76,11	76,11	76,11	76,11	111,79	111,79	111,79	111,79
total de soqueiras	824,69	911,94	999,19	1086,43	1173,68	1260,92	1296,60	1296,60	1296,60	1296,60
ÁREA TOTAL	1004,81	1092,06	1179,31	1266,55	1353,80	1441,04	1476,72	1476,72	1476,72	1476,72
Produção										
1 corte	5.362,58	15.837,62	15.837,62	15.837,62	15.837,62	15.837,62	15.837,62	15.837,62	15.837,62	15.837,62
2 corte	4.127,33	4.127,33	12.183,31	12.183,31	12.183,31	12.183,31	12.183,31	12.183,31	12.183,31	12.183,31
3 corte	3.546,10	3.546,10	3.546,10	10.467,64	10.467,64	10.467,64	10.467,64	10.467,64	10.467,64	10.467,64
4 corte	3.185,93	3.185,93	3.185,93	3.185,93	9.405,71	9.405,71	9.405,71	9.405,71	9.405,71	9.405,71
5 corte	2.932,91	2.932,91	2.932,91	2.932,91	2.932,91	8.660,23	8.660,23	8.660,23	8.660,23	8.660,23
6 corte	1.578,71	1.578,71	1.578,71	1.578,71	1.578,71	1.578,71	4.583,35	4.583,35	4.583,35	4.583,35
total	20.733,6	31.208,6	39.264,6	46.186,1	52.405,9	58.133,2	61.137,9	61.137,9	61.137,9	61.137,9
produtividade										
média (t/ha)	25,1	34,2	39,3	42,5	44,7	46,1	47,2	47,2	47,2	47,2
área colhida	20,6	28,6	33,3	36,5	38,7	40,3	41,4	41,4	41,4	41,4
área total										

## 11. área total

Ano	Sulco	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Redução de produção viveiros primários		53,6	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4	158,4
viveiros comerciais		3.222,70	3.222,70	3.222,70	3.222,70	3.222,70	3.222,70	3.222,70	3.222,70	3.222,70	3.222,70
Produção para ser comercializada		17.457,2	27.827,5	35.883,5	42.805,1	49.024,8	54.752,2	57.756,8	57.756,8	57.756,8	57.756,8

**Cana-de-Açúcar em salvamento - Custo de Produção (R\$/ha)**

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FUNDAÇÃO		1º CORTE		2º CORTE		3º CORTE		4º CORTE		5º CORTE		
			LAVOURA		59,14 t/ha		40,9 t/ha		32,97 t/ha		28,29 t/ha		25,12 t/ha		
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.
<b>A - DEPRECIÇÃO DA FUNDAÇÃO***</b>															
Depreciação da lavoura						690		477			385		330		293
<b>Subtotal A</b>						<b>690</b>		<b>477</b>			<b>385</b>		<b>330</b>		<b>293</b>
<b>B - OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>															
Manutenção de azeiros	HM Tp 110cv. 4x4 + plaina niveladora	82,70	0,4	33,1	0,2	16,5	0,2	16,5	0,2	16,5	0,2	16,5	0,2	16,5	16,5
Dessecação cana e malot	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,3	12,8											
Calagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5											
Aração	HM Tp 180cv. 4x4 + arado aiveca	49,95	1,8	89,9											
Subsolagem	HM Tp 180cv. 4x4 + subsolador	51,81	0,3	17,6											
Gessagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5											
Gradagem Aradora	HM Tp 180cv. 4x4 + gr. pe. 14x32"	56,64	0,3	18,1											
Gradagem intermediária	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 20x26"	37,18	0,5	18,6											
Gradagem niveladora	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 14x22"	35,88	1,0	35,9											
Sulcação/Adubação	HM Tp 145cv. 4x4 + sulc/adub.3 linhas	46,26	1,0	47,2											
Aplicação de biosólido	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. torta	39,00	0,7	27,3											
Carregamento de Mudanças	HM Tp 110cv. 4x4 + embarcadora	48,72	0,5	22,1											
Transporte das Mudanças	Caminhão Trucado (R\$/t)	5,07	3,8	19,1											
	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta	25,02	1,1	27,5											
Cobertura do Sulco	HM Tp 88cv. 4x2 + cobridor	27,53	0,4	11,7											
Sulcação/Replanteio	HM Tp 88cv. 4x2 + sulcador 1 linha	24,47	0,2	3,7											
Plantio mecanizado	HM Tp 145cv. 4x4 + plantadora	49,76	0,2	12,4											
Irrigação (apoio)	HM Tp 110cv. 4x4 + implementos	35,74	0,5	17,9											
Custeio irrigação	R\$/10mm aplicados	8,00	6,0	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Semeadura legum (25%)	HM Tp 88cv 4x2 + semead alugada	38,67	0,4	15,1											
Transp. Int. Insumos	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta 4t	25,77	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,3	7,7			
Pulveriz. herbic. residual	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7			
Pulveriz. herbicida pos	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. costais	23,64	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9			
Cultivo/Adubação	HM Tp 88cv. 4x2+cultiv./adubador	24,69	0,9	22,2											
Enleiramento Palha	HM Tp 88cv. 4x4 + enleirador	24,19			0,5	12,1	0,4	9,7	0,4	9,7	0,4	9,7			
Triplíce Operação	HM Tp 110cv 4x4 + cult.subs.adub.	37,70			0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2			
Embarque	HM Tp 110cv 4x4 + embarcadora	48,72			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
Transporte	Caminhão trucado (Ton / km / 14 km)	0,30			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Subtotal B</b>				<b>533</b>		<b>54</b>		<b>51</b>		<b>51</b>		<b>49</b>		<b>17</b>	
<b>C - OPERAÇÕES MANUAIS **</b>															
Loc. e marcação de áreas	Hora Equipe Topográfica	95,00	0,3	28,5											
Tratorista	Homem-dia	38,87	1,5	58,2	0,2	8,0	0,2	7,5	0,2	7,5	0,2	7,0	0,0	1,1	
Calagem	Homem-dia	32,22	0,2	6,4											
Gessagem	Homem-dia	32,22	0,1	3,2											
Distribuição mudas	Homem-dia	32,22	2,3	74,0											
Corte em Toletes	Homem-dia	32,22	1,4	46,6											
Repasse	Homem-dia	32,22	0,7	21,9											
Cultivo Triplíce	Homem-dia	32,22			0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6			
Adubação	Homem-dia	32,22	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3			
Transporte de Insumos	Homem-dia	32,22	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	
Manejo da irrigação	Homem-dia	32,22	1,4	44,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Aceiro	Homem-dia	32,22			0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	
Corte de muda	R\$/t	14,42	13,6	196,1											
Despalha de mudas	Homem-dia	32,22	1,0	32,2											
Corte de cana	R\$/t	9,24			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
Catação pedaços no corte	R\$/t	0,14			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
Fiscalização	Homem-dia	38,63	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	
Aplicação Herbicida	Homem-dia	32,22	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3			
Carpa manual Repasse	Homem-dia	32,22	0,2	6,4	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1			
Combate Formiga	Homem-dia	32,22	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	
<b>Subtotal C</b>				<b>553</b>		<b>60</b>		<b>59</b>		<b>59</b>		<b>59</b>		<b>41</b>	
<b>D - INSUMOS</b>															
Fosfato natural	R\$/t	47,50	0,0	0,0											
Calcário	R\$/t	55,00	3,0	165,0											
Gesso	R\$/t	25,00	1,0	25,0											
Semente leguminosa (25%)	R\$/kg	15,00	7,5	112,5											
Mudas de cana	R\$/t	57,98	2,4	139,2											
Inseticida	R\$/t	5,95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Herbicida	R\$/aplicação	verba	0,2	78,8	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4			
Fert. 04-30-16	R\$/t	980,0	0,5	490,0											
Fert. 20-00-20	R\$/t	780,0			0,0	31,9	0,0	25,7	0,0	22,1	0,0	19,6			
<b>Subtotal D</b>				<b>1070</b>		<b>70</b>		<b>64</b>		<b>60</b>		<b>58</b>		<b>0</b>	
<b>E - ADMINISTRAÇÃO</b>															
M.O. Administrativa	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,5	1,0	4,4	1,0	3,3	1,0	2,8	1,0	2,5			
Assistência Técnica	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,5	1,0	4,4	1,0	3,3	1,0	2,8	1,0	2,5			
Contabil./Escritório	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,5	1,0	4,4	1,0	3,3	1,0	2,8	1,0	2,5			
Conserv./Deprec. Benf	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	21,0	1,0	8,7	1,0	6,5	1,0	5,6	1,0	5,0			
Treinamento pessoal	% Subtotal (C)	1,0%	1,0	5,5	1,0	0,6	1,0	0,6	1,0	0,6	1,0	0,6			
Viagens	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	21,0	1,0	8,7	1,0	6,5	1,0	5,6	1,0	5,0			
Impostos/Taxas	% Receita	3,3%			1,0	74,2	1,0	51,3	1,0	41,3	1,0	35,5	1,0	31,5	
<b>Subtotal E</b>				<b>79</b>		<b>105</b>		<b>75</b>		<b>61</b>		<b>53</b>		<b>32</b>	
<b>Custeio Anual (R\$/ha)</b>				<b>2.176</b>		<b>289</b>		<b>249</b>		<b>232</b>		<b>219</b>		<b>89</b>	
<b>Custo Total (R\$/ha)</b>				<b>979</b>		<b>727</b>		<b>617</b>		<b>549</b>		<b>383</b>		<b>383</b>	
<b>Custo Total (R\$/t)</b>						<b>16,6</b>		<b>17,8</b>		<b>18,7</b>		<b>19,4</b>		<b>15,2</b>	
<b>Receita (R\$/ha)*</b>						2.247		1.554		1.253		1.075		955	
<b>Resultado (R\$/ha/ano)</b>						<b>1268</b>		<b>828</b>		<b>636</b>		<b>526</b>		<b>572</b>	
<b>Resultado Acumulado (R\$/ha)</b>						<b>1.268</b>		<b>2.096</b>		<b>2.732</b>		<b>3.258</b>		<b>3.830</b>	
<b>Preço da Tonelada de Cana posta na Esteira da Usina*</b>								<b>R\$</b>		<b>38,00</b>					

V.U.=Valor Unitário em Reais

Tp=Trator de pneus

HM=Hora Máquina

Obs.: Os custos de produção acima não incluem encargos financeiros sobre o custeio, nem sobre os investimentos.

O valor da fundação foi depreciado em 6 anos.

(\*) Para cálculo da receita, foi utilizado o preço histórico dos últimos 5 anos



**Cana-de-Açúcar com irrigação por aspersão - Custo de Produção (R\$/ha)**

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FUNDAÇÃO		1º CORTE		2º CORTE		3º CORTE		4º CORTE		5º CORTE	
			LAVOURA		64,16 t/ha		49,99 t/ha		43,2 t/ha		38,95 t/ha		35,95 t/ha	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
<b>A - DEPRECIÇÃO DA FUNDAÇÃO***</b>														
Depreciação da lavoura						611		476		411		371		342
<b>Subtotal A</b>						<b>611</b>		<b>476</b>		<b>411</b>		<b>371</b>		<b>342</b>
<b>B - OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>														
Manutenção de canais	HM Tp 110cv. 4x4 + arado 4x30"	35,13	0,2	7,1	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7		
Manutenção de aceiros	HM Tp 110cv. 4x4 + plaina niveladora	48,69	0,4	19,5	0,2	9,7	0,2	9,7	0,2	9,7	0,2	9,7	0,2	9,7
Dessecação cana e mato	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,3	12,8										
Calagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5										
Gradagem Aradora	HM Tp 145cv. 4x4 + gr. pe. 12x26"	49,35	1,6	79,0										
Subsolagem	HM Tp 180cv. 4x4 + subsolador	51,81	1,7	88,1										
Gessagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5			0,3	9,5			0,3	9,5		
Gradagem intermediária	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 20x26"	37,18	0,5	18,6										
Gradagem niveladora	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 14x22"	35,88	1,0	35,9										
Sulcação/Adubação	HM Tp 145cv. 4x4 + sulc/adub.3 linhas	46,26	1,0	47,2										
Aplicação de biosólido	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. torta	39,00	0,7	27,3										
Carregamento de Mudanças	HM Tp 110cv. 4x4 + embarcadora	48,72	0,5	22,1										
Transporte das Mudanças	Caminhão Trucado (R\$/t)	5,07	3,8	19,1										
	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta	25,02	1,1	27,5										
Cobertura do Sulco	HM Tp 88cv. 4x2 + cobridor	27,53	0,4	11,7										
Sulcação/Replanteio	HM Tp 88cv. 4x2 + sulcador 1 linha	24,47	0,2	3,7										
Plantio mecanizado	HM Tp 145cv. 4x4 + plantadora	49,76	0,2	12,4										
Irrigação (apoio)	HM Tp 110cv. 4x4 + implementos	35,74	0,5	17,9										
Custeio irrigação	R\$/10mm aplicados	6,00	11,4	68,4	6,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Semeadura legum (25%)	HM Tp 88cv 4x2 + semead alugada	38,67	0,4	15,1										
Transp. Int. Insumos	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta 4t	25,77	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,3	7,7		
Pulveriz. herbic. residual	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7		
Pulveriz. herbicida pos	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. costais	23,64	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9		
Cultivo/Adubação	HM Tp 88cv. 4x2+cultiv./adubador	24,69	0,9	22,2										
Enleiramento Palha	HM Tp 88cv. 4x4 + enleirador	24,19			0,5	12,1	0,4	9,7	0,4	9,7	0,4	9,7		
Tríplice Operação	HM Tp 110cv 4x4 + cult.subs.adub.	37,70			0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2		
Embarque	HM Tp 110cv 4x4 + embarcadora	48,72			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Transporte	Caminhão Trucado (Ton / km / 14 km)	0,30			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Subtotal B</b>				<b>588</b>		<b>84</b>		<b>55</b>		<b>45</b>		<b>52</b>		<b>70</b>
<b>C - OPERAÇÕES MANUAIS **</b>														
Loc. e marcação de áreas	Hora Equipe Topográfica	95,00	0,3	28,5										
Tratorista	Homem-dia	38,87	1,7	66,8	0,2	8,2	0,2	8,9	0,2	7,6	0,2	8,4	0,0	1,1
Calagem	Homem-dia	32,22	0,2	6,4										
Gessagem	Homem-dia	32,22	0,1	3,2			0,1	3,2			0,1	3,2		
Distribuição mudas	Homem-dia	32,22	2,3	74,0										
Corte em Toletes	Homem-dia	32,22	1,4	46,6										
Repasse	Homem-dia	32,22	0,7	21,9										
Cultivo Tríplice	Homem-dia	32,22			0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6		
Adubação	Homem-dia	32,22	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6		
Transporte de Insumos	Homem-dia	32,22	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
Manejo da irrigação	Homem-dia	32,22	0,5	15,1	0,2	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Aceiro	Homem-dia	32,22			0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1
Corte de muda	R\$/t	14,42	13,6	196,1										
Despalha de mudas	Homem-dia	32,22	1,0	32,2										
Corte de cana	R\$/t	9,24			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Catação pedaços no corte	R\$/t	0,14			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fiscalização	Homem-dia	38,63	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5
Aplicação Herbicida	Homem-dia	32,22	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3		
Carpa manual Repasse	Homem-dia	32,22	0,2	6,4	0,5	14,5	0,4	11,3	0,4	11,3	0,4	11,3		
Combate Formiga	Homem-dia	32,22	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1
<b>Subtotal C</b>				<b>537</b>		<b>73</b>		<b>66</b>		<b>62</b>		<b>66</b>		<b>41</b>
<b>D - INSUMOS</b>														
Fosfato natural	R\$/t	47,50	0,0	0,0										
Calcário	R\$/t	55,00	3,0	165,0										
Gesso	R\$/t	25,00	1,0	25,0										
Semente leguminosa (25%)	R\$/kg	15,00	7,5	112,5										
Mudas de cana	R\$/t	57,98	2,4	139,2										
Inseticida	R\$/t	5,95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Herbicida	R\$/aplicação	verba	0,2	78,8	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4		
Fert. 04-30-16	R\$/t	980,0	0,5	490,0										
Fert. 20-00-20	R\$/t	780,0			0,0	39,0	0,0	33,7	0,0	30,4	0,0	28,0		
<b>Subtotal D</b>				<b>1010</b>		<b>77</b>		<b>72</b>		<b>69</b>		<b>66</b>		<b>0</b>
<b>E - ADMINISTRAÇÃO</b>														
M.O. Administrativa	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,7	1,0	4,2	1,0	3,3	1,0	2,9	1,0	2,8		
Assistência Técnica	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,7	1,0	4,2	1,0	3,3	1,0	2,9	1,0	2,8		
Contabil./Escritório	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,7	1,0	4,2	1,0	3,3	1,0	2,9	1,0	2,8		
Conserv./Deprec. Benf	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	21,3	1,0	8,5	1,0	6,7	1,0	5,9	1,0	5,6		
Treinamento pessoal	% Subtotal (C)	1,0%	1,0	5,3	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0	0,6	1,0	0,7		
Viagens	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	21,3	1,0	8,5	1,0	6,7	1,0	5,9	1,0	5,6		
Impostos/Taxas	% Receita	3,3%			1,0	80,5	1,0	62,7	1,0	54,2	1,0	48,8	1,0	45,1
<b>Subtotal E</b>				<b>80</b>		<b>111</b>		<b>87</b>		<b>75</b>		<b>69</b>		<b>45</b>
<b>Custeio Anual (R\$/ha)</b>				<b>2.210</b>		<b>345</b>		<b>280</b>		<b>251</b>		<b>253</b>		<b>96</b>
<b>Custo Total (R\$/ha)</b>						<b>956</b>		<b>756</b>		<b>662</b>		<b>624</b>		<b>438</b>
<b>Custo Total (R\$/t)</b>						<b>14,9</b>		<b>15,1</b>		<b>15,3</b>		<b>16,0</b>		<b>12,2</b>
Receita (R\$/ha)*						2.438		1.900		1.642		1.480		1.366
<b>Resultado (R\$/ha/ano)</b>						<b>1482</b>		<b>1144</b>		<b>980</b>		<b>856</b>		<b>928</b>
<b>Resultado Acumulado (R\$/ha)</b>						<b>1.482</b>		<b>2.627</b>		<b>3.606</b>		<b>4.462</b>		<b>5.390</b>
<b>Preço da Tonelada de Cana posta na Esteira da Usina*</b>								<b>R\$ 38,00</b>						

V.U.=Valor Unitário em Reais

Tp=Trator de pneus

HM=Hora Máquina

Obs.: Os custos de produção acima não incluem encargos financeiros sobre o custeio, nem sobre os investimentos.

O valor da fundação foi depreciado em 6 anos.

(\*) Para cálculo da receita, foi utilizado o preço histórico dos últimos 5 anos



## Cana-de-Açúcar com irrigação por pivot - Custo de Produção (R\$/ha)

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FUNDAÇÃO		1º CORTE		2º CORTE		3º CORTE		4º CORTE		5º CORTE		6º CORTE	
			LAVOURA		75,49 t/ha		61,32 t/ha		54,29 t/ha		49,8 t/ha		46,578 t/ha		44,1 t/ha	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
<b>A - DEPRECIÇÃO DA FUNDAÇÃO***</b>																
Depreciação da lavoura						481		391		346		317		297		281
<b>Subtotal A</b>						<b>481</b>		<b>391</b>		<b>346</b>		<b>317</b>		<b>297</b>		<b>281</b>
<b>B - OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>																
Manutenção de canais	HM Tp 145cv. 4x4 + entaipadeira	48,69	0,2	9,8	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0		
Manutenção de passagens	HM Tp 110cv. 4x4 + plaina niveladora	34,56	0,1	1,7	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7		
Manutenção de aceiros	HM Tp 110cv. 4x4 + plaina niveladora	34,56	0,4	13,8	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9
Transporte de terra	Caminhão basculante	17,35	0,1	1,7												
Abertura sulco p Pivot	HM Tp 110cv. 4x4 + plaina niveladora	35,13	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	0,0
Dessecação cana e mato	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,3	12,8												
Calagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5												
Gradagem Aradora	HM Tp 145cv. 4x4 + gr. pe. 12x26"	49,35	1,6	79,0												
Subsolagem	HM Tp 180cv. 4x4 + subsolador	51,81	1,7	88,1												
Gessagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5			0,3	9,5			0,3	9,5				
Gradagem intermediária	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 20x26"	37,18	0,5	18,6												
Gradagem niveladora	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 14x22"	35,88	1,0	35,9												
Sulcação/Adubação	HM Tp 145cv. 4x4 + sulc/adub.3 linhas	46,26	0,2	11,1												
Aplicação de biosólido	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. torta	39,00	0,7	27,3												
Carregamento de Mudás	HM Tp 110cv. 4x4 + embarcadora	48,72	0,5	22,1												
Transporte das Mudás	Caminhão Trucado (R\$/t)	5,07	3,8	19,1												
	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta	25,02	1,1	27,5												
Cobertura do Sulco	HM Tp 88cv. 4x2 + cobridor	27,53	0,1	2,8												
Sulcação/Replântio	HM Tp 88cv. 4x2 + sulcador 1 linha	24,47	0,2	3,7												
Plantio mecanizado	HM Tp 145cv. 4x4 + plantadora	49,76	1,3	66,1												
Irrigação (apoio)	HM Tp 110cv. 4x4 + implementos	35,74	0,1	4,6	0,1	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Custeio irrigação	R\$/10mm aplicados	3,00	11,0	32,9	6,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Semeadura legum (25%)	HM Tp 88cv 4x2 + semead alugada	38,67	0,4	15,1												
Transp. Int. Insumos	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta 4t	25,77	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,3	7,7	0,3	7,7		
Pulveriz. herbic. residual	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7		
Pulveriz. herbicida pos	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. costais	23,64	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9		
Cultivo/Adubação	HM Tp 88cv. 4x2+cultiv./adubador	24,69	0,9	22,2												
Enleiramento Palha	HM Tp 88cv. 4x4 + enleirador	24,19			0,5	12,1	0,4	9,7	0,4	9,7	0,4	9,7	0,4	9,7		
Triplice Operação	HM Tp 110cv 4x4 + cult.subs.adub.	37,70			0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2		
Embarque	HM Tp 110cv 4x4 + embarcadora	48,72			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Transporte	Caminhão trucado (Ton / km / 14 km)	0,30			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Subtotal B</b>				<b>550</b>		<b>67</b>		<b>54</b>		<b>44</b>		<b>57</b>		<b>42</b>		<b>7</b>
<b>C - OPERAÇÕES MANUAIS **</b>																
Loc. e marcação de áreas	Hora Equipe Topográfica	95,00	0,3	28,5												
Tratorista	Homem-dia	38,87	1,7	65,1	0,2	8,8	0,2	9,2	0,2	7,9	0,2	8,7	0,2	7,4	0,0	1,1
Calagem	Homem-dia	32,22	0,2	6,4												
Gessagem	Homem-dia	32,22	0,1	3,2			0,1	3,2			0,1	3,2				
Distribuição mudas	Homem-dia	32,22	0,5	17,4												
Corte em Toletes	Homem-dia	32,22	0,3	11,0												
Repasse	Homem-dia	32,22	0,2	5,2												
Cultivo Triplice	Homem-dia	32,22			0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6		
Adubação	Homem-dia	32,22	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6		
Transporte de Insumos	Homem-dia	32,22	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6		
Manejo da irrigação	Homem-dia	32,22	0,5	16,4	0,3	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Aceiro	Homem-dia	32,22			0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1
Corte de muda	R\$/t	14,42	13,6	196,1												
Despalha de mudas	Homem-dia	32,22	1,0	32,2												
Corte de cana	R\$/t	9,24			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Catação pedaços no corte	R\$/t	0,14			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fiscalização	Homem-dia	38,63	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5
Aplicação Herbicida	Homem-dia	32,22	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3		
Carpa manual Repasse	Homem-dia	32,22	0,2	6,4	0,5	14,5	0,4	11,3	0,4	11,3	0,4	11,3	0,4	11,3		
Combate Formiga	Homem-dia	32,22	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1
<b>Subtotal C</b>				<b>422</b>		<b>75</b>		<b>67</b>		<b>62</b>		<b>66</b>		<b>61</b>		<b>41</b>
<b>D - INSUMOS</b>																
Fosfato natural	R\$/t	47,50	0,0	0,0												
Calcário	R\$/t	55,00	4,0	220,0												
Gesso	R\$/t	25,00	1,0	25,0												
Semente leguminosa (25%)	R\$/kg	15,00	7,5	112,5												
Mudas de cana	R\$/t	57,98	2,4	139,2												
Inseticida	R\$/t	5,95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Herbicida	R\$/aplicação	verba	0,2	78,8	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4		
Fert. 04-30-16	R\$/t	980,0	0,5	490,0												
Fert. 20-00-20	R\$/t	780,0			0,1	57,4	0,1	50,8	0,1	46,6	0,1	43,6	0,1	41,3		
<b>Subtotal D</b>				<b>1065</b>		<b>96</b>		<b>89</b>		<b>85</b>		<b>82</b>		<b>80</b>		<b>0</b>
<b>E - ADMINISTRAÇÃO</b>																
M.O. Administrativa	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,2	1,0	3,6	1,0	3,0	1,0	2,7	1,0	2,6	1,0	2,4		
Assistência Técnica	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,2	1,0	3,6	1,0	3,0	1,0	2,7	1,0	2,6	1,0	2,4		
Contabil./Escritório	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	10,2	1,0	3,6	1,0	3,0	1,0	2,7	1,0	2,6	1,0	2,4		
Conserv./Deprec. Benf	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	20,4	1,0	7,2	1,0	6,0	1,0	5,4	1,0	5,2	1,0	4,8		
Treinamento pessoal	% Subtotal (C)	1,0%	1,0	4,2	1,0	0,8	1,0	0,7	1,0	0,6	1,0	0,7	1,0	0,6		
Viagens	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	20,4	1,0	7,2	1,0	6,0	1,0	5,4	1,0	5,2	1,0	4,8		
Impostos/Taxas	% Receita	3,3%			1,0	94,7	1,0	76,9	1,0	68,1	1,0	62,5	1,0	58,4	1,0	55,3
<b>Subtotal E</b>				<b>76</b>		<b>127</b>		<b>99</b>		<b>88</b>		<b>87</b>		<b>76</b>		<b>55</b>
<b>Custeio Anual (R\$/ha)</b>				<b>2.113</b>		<b>359</b>		<b>308</b>		<b>279</b>		<b>287</b>		<b>259</b>		<b>103</b>
<b>Custo Total (R\$/ha)</b>						<b>840</b>		<b>699</b>		<b>625</b>		<b>598</b>		<b>556</b>		<b>384</b>
<b>Custo Total (R\$/t)</b>						<b>11,1</b>		<b>11,4</b>		<b>11,5</b>		<b>12,0</b>		<b>11,9</b>		<b>8,7</b>
<b>Receita (R\$/ha)*</b>						<b>2.869</b>		<b>2.330</b>		<b>2.063</b>		<b>1.893</b>		<b>1.770</b>		<b>1.676</b>
<b>Resultado (R\$/ha/ano)</b>						<b>2029</b>		<b>1631</b>		<b>1438</b>		<b>1295</b>		<b>1214</b>		<b>1292</b>
<b>Resultado Acumulado (R\$/ha)</b>						<b>2.029</b>		<b>3.660</b>		<b>5.098</b>		<b>6.392</b>		<b>7.607</b>		<b>8.899</b>
<b>Preço da Tonelada de Cana posta na Esteira da Usina*</b>								<b>R\$</b>		<b>38,00</b>						

V.U.=Valor Unitário em Reais

Tp=Trator de pneus





Cana-de-Açúcar com irrigação por sulcos - Custo de Produção (R\$/ha)																
DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FUNDAÇÃO		1º CORTE		2º CORTE		3º CORTE		4º CORTE		5º CORTE		6º CORTE	
			LAVOURA		67,94 t/ha		52,94 t/ha		45,75 t/ha		41,25 t/ha		38,06 t/ha		35,64 t/ha	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
<b>A - DEPRECIÇÃO DA FUNDAÇÃO***</b>																
Depreciação da lavoura																
Subtotal A																
<b>B - OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>																
Amontoamento de Terra	HM Tp 145cv. 4x4 + entaipadeira	34,56	0,1	3,5												
Manutenção de canais	HM Tp 145cv. 4x4 + entaipadeira	48,69	0,2	9,8	0,1	2,4	0,1	2,4	0,1	2,4	0,1	2,4	0,1	2,4		
Manutenção de aceiros	HM Tp 110cv. 4x4 + plaina niveladora	34,56	0,4	13,8	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9	0,2	6,9
Transporte de terra	Caminhão basculante	17,35	0,1	1,7												
Dessecação cana e mato	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,3	12,8												
Calagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5												
Gradagem Aradora	HM Tp 180cv. 4x4 + gr. pe. 12x32"	56,64	1,6	90,6												
Subsolagem	HM Tp 180cv. 4x4 + subsolador	51,81	1,7	88,1												
Gessagem	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. calca.	38,19	0,3	9,5			0,3	9,5			0,3	9,5				
Gradagem intermediária	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 20x26"	37,18	0,7	26,0												
Gradagem niveladora	HM Tp 110cv. 4x4 + gr. niv. 14x22"	35,88	1,0	35,9												
Sulcação/Adubação	HM Tp 145cv. 4x4 + sulc/adub.3 linhas	46,26	1,3	60,1												
Aplicação de biosólido	HM Tp 110cv. 4x4 + carr. distr. torta	39,00	0,7	27,3												
Carregamento de Mudanças	HM Tp 110cv. 4x4 + embarcadora	48,72	0,5	22,1												
Transporte das Mudanças	Caminhão Trucado (R\$/t/dist.)	5,04	3,8	19,0												
	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta	25,02	1,1	27,5												
Cobertura do Sulco	HM Tp 88cv. 4x2 + cobridor	27,53	0,6	17,1												
Sulcação/Replanteio	HM Tp 88cv. 4x2 + sulcador 1 linha	24,47	0,2	3,7												
Irrigação (apoio)	HM Tp 88cv. 4x2 + implementos	25,43	0,3	7,6												
Custeio irrigação	R\$/10mm aplicados	4,00	11,3	45,0	6,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Semeadura legum (25%)	HM Tp 88cv 4x2 + semead alugada	38,67	0,4	15,1												
Transp. Int. Insumos	HM Tp 88cv. 4x2 + carreta 4t	25,77	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,4	10,3	0,3	7,7	0,3	7,7	0,3	7,7
Pulveriz. herbic. residual	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. barra	42,82	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,7
Pulveriz. herbicida pos	HM Tp 88cv. 4x2 + pulv. costais	23,64	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9	0,1	1,9
Cultivo/Adubação	HM Tp 88cv. 4x2+cultiv./adubador	24,69	0,9	22,2												
Enleiramento Palha	HM Tp 88cv. 4x4 + enleirador	24,19			0,5	12,1	0,4	9,7	0,4	9,7	0,4	9,7	0,4	9,7	0,4	9,7
Triplíce Operação	HM Tp 110cv 4x4 + cult.subs.adub.	37,70			0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2	0,3	11,2
Embarque	HM Tp 110cv 4x4 + embarcadora	48,72			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Transporte	Caminhão trucado (Ton / km / dist.)	4,20			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal B				582		71		54		44		51		42		7
<b>C - OPERAÇÕES MANUAIS **</b>																
Loc. e marcação de áreas	Hora Equipe Topográfica	95,00	0,3	28,5												
Tratorista	Homem-dia	38,87	1,8	71,0	0,2	8,3	0,2	9,1	0,2	7,8	0,2	8,6	0,2	7,3	0,0	1,1
Calagem	Homem-dia	32,22	0,2	6,4												
Gessagem	Homem-dia	32,22	0,1	3,2			0,1	3,2			0,1	3,2				
Distribuição mudas	Homem-dia	32,22	2,7	87,0												
Corte em Toletes	Homem-dia	32,22	1,7	54,8												
Repasse	Homem-dia	32,22	0,8	25,8												
Cultivo Triplíce	Homem-dia	32,22			0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
Adubação	Homem-dia	32,22	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
Transporte de Insumos	Homem-dia	32,22	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
Manejo da irrigação	Homem-dia	32,22	3,0	97,6	1,6	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aceiro	Homem-dia	32,22			0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1	0,3	8,1
Corte de muda	R\$/t	14,42	13,6	196,1												
Despalha de mudas	Homem-dia	32,22	1,0	32,2												
Corte de cana	R\$/t	9,24			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Catação pedaços no corte	R\$/t	0,14			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fiscalização	Homem-dia	38,63	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5	0,4	15,5
Aplicação Herbicida	Homem-dia	32,22	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3
Carpa manual Repasse	Homem-dia	32,22	0,2	6,4	0,5	14,5	0,4	11,3	0,4	11,3	0,4	11,3	0,4	11,3	0,5	16,1
Combate Formiga	Homem-dia	32,22	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1	0,5	16,1
Subtotal C				643		178		66		62		66		61		41
<b>D - INSUMOS</b>																
Fosfato natural	R\$/t	47,50	0,0	0,0												
Calcário	R\$/t	55,00	4,0	220,0												
Gesso	R\$/t	25,00	1,0	25,0												
Semente leguminosa (25%)	R\$/kg	15,00	7,5	112,5												
Mudas de cana	R\$/t	57,98	2,4	139,2												
Inseticida	R\$/t	5,95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Herbicida	R\$/aplicação	verba	0,2	78,8	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4	0,2	38,4
Fert. 04-30-16	R\$/t	980,0	0,5	490,0												
Fert. 20-00-20	R\$/t	780,0			0,1	49,5	0,1	42,8	0,0	38,6	0,0	35,6	0,0	33,4		
Subtotal D				1065		88		81		77		74		72		0
<b>E - ADMINISTRAÇÃO</b>																
M.O. Administrativa	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	11,5	1,0	4,2	1,0	3,2	1,0	2,8	1,0	2,7	1,0	2,5		
Assistência Técnica	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	11,5	1,0	4,2	1,0	3,2	1,0	2,8	1,0	2,7	1,0	2,5		
Contabil./Escritório	% Subtotal (A+B+C+D)	0,5%	1,0	11,5	1,0	4,2	1,0	3,2	1,0	2,8	1,0	2,7	1,0	2,5		
Conserv./Deprec. Benf	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	22,9	1,0	8,5	1,0	6,5	1,0	5,7	1,0	5,4	1,0	5,0		
Treinamento pessoal	% Subtotal (C)	1,0%	1,0	6,4	1,0	1,2	1,0	0,7	1,0	0,6	1,0	0,7	1,0	0,6		
Viagens	% Subtotal (A+B+C+D)	1,0%	1,0	22,9	1,0	8,5	1,0	6,5	1,0	5,7	1,0	5,4	1,0	5,0		
Impostos/Taxas	% Receita	3,3%			1,0	85,2	1,0	66,4	1,0	57,4	1,0	51,7	1,0	47,7	1,0	44,7
Subtotal E				87		116		90		78		71		66		45
Custeio Anual (R\$/ha)				2.377		392		297		261		262		240		92
Custo Total (R\$/ha)						966		738		647		611		562		393
<b>Custo Total (R\$/t)</b>						<b>14,2</b>		<b>13,9</b>		<b>14,1</b>		<b>14,8</b>		<b>14,8</b>		<b>11,0</b>
Receita (R\$/ha)*						2.582		2.012		1.738		1.567		1.446		1.354
<b>Resultado (R\$/ha/ano)</b>						<b>1616</b>		<b>1274</b>		<b>1091</b>		<b>957</b>		<b>885</b>		<b>961</b>
<b>Resultado Acumulado (R\$/ha)</b>						<b>1.616</b>		<b>2.889</b>		<b>3.981</b>		<b>4.937</b>		<b>5.822</b>		<b>6.783</b>
<b>Preço da Tonelada de Cana posta na Esteira da Usina*</b>								<b>R\$ 38,00</b>								

V.U.=Valor Unitário em Reais

Tp=Trator de pneus

HM=Hora Máquina

Obs.: Os custos de produção acima não incluem encargos financeiros sobre o custeio, nem sobre os investimentos.

O valor da fundação foi depreciado em 6 anos.

(\*) Para cálculo da receita, foi utilizado o preço histórico dos últimos 5 anos



16. Máq equip

FAZENDA ABADIA, CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ  
LEVANTAMENTO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS - 2007

Qtd.	Máquina	ano	Estado/reparos	reforma	Valor (R\$) unitario compra	total	Custo hora	Horas operacao por ano	
1	Trator FORD 8430	1995	vender	-5.000,00					
1	Trator FORD 8430	1996	vender	-5.000,00					
3	Trator FORD 6630	1995	vender	-3.500,00					
2	Trator FORD 6630	1996	vender	-3.500,00					
1	caminhao basculante	novo							
1	<b>Trator VALTRA BH 180cv 4x4</b>	<b>quisicao</b>			<b>220.000,00</b>	<b>220.000,00</b>	49,83	2000	
1	Trator VALTRA BH 145cv 4x4	quisicao			155.000,00	155.000,00	42,54	2000	
1	<b>Trator VALTRA BM 110cv 4x4</b>	<b>quisicao</b>			<b>120.000,00</b>	<b>120.000,00</b>	33,98	2000	
1	Embarcadora de cana Motocana 1 t + trator Valtra 110cv 4x4	quisição			164.500,00	164.500,00	48,72	2000	
1	Trator VALTRA BL 88cv 4x2	quisicao			88.000,00	88.000,00	23,67	2000	
8	alongadores de eixo	quisicao			600,00	4.800,00			
<b>Equipamento</b>									
1	Carreta distribuidora de calcário e gesso Xt	2000		1.500,00			4,21	1000	
1	Carreta distribuidora de torta e biosolido	quisição			<b>22.000,00</b>	0,00	5,02	1000	
4	carreta transportadora de mudas	reforma		12.000,00			1,35	1000	
1	<b>carreta transportadora de materiais e insumos</b>	<b>quisição</b>			<b>8.000,00</b>	<b>8.000,00</b>	2,10	2000	
1	Caminhao basculante	novo			<b>45.000,00</b>	0,00	17,35	2000	
1	Grade aradora pesada GAPCR-Super Tatu com 12 discos 32"	1995		2.400,00			6,81	1000	
1	Grade aradora pesada GAPCR-Super Tatu com 12 discos 26"	1997		1.200,00			5,50	1000	
2	Arado fixo AF Tatu com 4 discos	1995	reformatar	600,00			1,15	500	
1	<b>Arado de Aiveca CIVEMASA AACR5P (ouM) faixa 2,25rr</b>	<b>quisição</b>			<b>26.000,00</b>	<b>26.000,00</b>	7,41	1000	
1	Subsolador de 9 hastes TATU AST	1995							
1	<b>Subsolador STARA Canavieiro ASACR-DCR 5hastes prof 50-55cm</b>	<b>quisicao</b>			<b>8.350,00</b>	<b>8.350,00</b>	1,98	1000	
2	Grade intermediária			1.500,00			3,20	1000	
2	Grade niveladora leve GNL-Tatu com 14 discos	1995		1.200,00			1,90	1000	
1	Sulcador com adubadora de 3 linhas	1995		2.500,00			1,82	1000	
1	<b>Cultivador/subsolador de 3 linhas, escarificar, adubar + grades</b>	<b>quisição</b>			<b>15.000,00</b>	<b>15.000,00</b>	3,72	1000	
	com kit quebra-lombo, sulvador e cana crua DMB Sfrancisco								
1	Cobridor de disco para 2 sulco								
1	<b>Cobridor de disco para 3 sulcos, auto-direcionavel com 3 rodas,</b>	<b>quisição</b>			<b>9.950,00</b>	<b>9.950,00</b>	3,86	1000	

16. Máq equip

106

alinhadores e aplicadores de inseticida								
1 Sulcador de 1 linha para replantio	-	1995	500,00			0,80		500
1 Cultivador/subsolador de 2 linhas, escarificar, adubar + grades	-	vender				1,02		500
1 Embarcadora de cana			-10.000,00					500
<b>1 embarcadora usada</b>	<b>aquisicao</b>						<b>45.000,00</b>	<b>45.000,00</b>
1 Entaipadeira	-							1000
<b>1 plaina niveladora</b>	<b>nova</b>						<b>2.000,00</b>	<b>2.000,00</b>
2 Ançinho enleirador de palha/palhão com 4 ancinhos	1995						50,15	1000
1 Pulverizador para herbicida com barra e tanque de 600 l	1995	vender	-3.000,00				6,15	1000
1 Conjunto de 16 pulverizadores costais com pressão constante, BERTHOLD, capacidade de 600 l	1996						0,58	500
1 Pulverizador para herbicida com barra 14 m e tanque de 2000 l		aquisição					0,52	1000
							5,60	1000
							19,15	1000
<b>4 Pulverizadores costais UBV</b>	<b>aquisição</b>						<b>1.000,00</b>	<b>4.000,00</b>
1 Tanque para transporte de água com 6.000 l							1,10	500
1 Tanque para transporte de água com 2.000 l								
1 Retrocavadora S-90								
1 Plantadora de cana inteira de 2 linhas DMB	2001	reformatar	7.000,00				7,22	1000
2 Conjunto de irrigação estacionário	1997							
6 Conjunto de irrigação convencional	1997							
1 Conjunto motobomba AGRALE								
1 Conjunto motobomba Mercedes com rolão								
1 Pivot central rebocavel p 50 ha com 8 posicoes	2001	reformatar	10.000,00					
2 Conjuntos de auto-propelidos		aquisição					0,00	4000
2 Carreteis de tubo flexivel com 600 m		aquisição					0,00	
<b>Veículos e apoio administração</b>								
1 Saveiro CLI	2006							
1 Gol 1000	2000							
1 Motocicleta XL		nova						
1 utilitário (caminhonete 4x4)		aquisição					95.000,00	0,00
1 Sistema de rádio nos veículos e portáteis		aquisição					16.233,60	-
1 Equipamento de GPS de camp		aquisição					6.500,00	0,00
<b>TOTAL DE AQUISICAO MENOS TRATORES (DILUIR EM 2 ANOS)</b>			<b>10.400,00</b>				<b>118.300,00</b>	

## 16. Máq equip

Necessidade (HM) de tratores	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Trator 180 cv, 4 x 4	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	
Trator 145 cv, 4 x 4	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
Trator 110 cv, 4 x 4	269	292	336	352	367	373	373	373	373	373	
Trator 110 cv, 4 x 4 com embarcadora	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
Trator 88 cv, 4 x 2	305	354	427	456	481	481	481	481	481	481	
<b>Sub-total salvamento</b>	<b>805</b>	<b>878</b>	<b>994</b>	<b>1.038</b>	<b>1.079</b>	<b>1.085</b>	<b>1.085</b>	<b>1.085</b>	<b>1.085</b>	<b>1.085</b>	
Trator 180 cv, 4 x 4	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	
Trator 145 cv, 4 x 4	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	
Trator 110 cv, 4 x 4	287	308	369	379	395	399	399	399	399	399	
Trator 110 cv, 4 x 4 com embarcadora	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
Trator 88 cv, 4 x 2	304	345	418	437	453	453	453	453	453	453	
<b>Sub-total aspersão</b>	<b>895</b>	<b>958</b>	<b>1.091</b>	<b>1.121</b>	<b>1.154</b>	<b>1.158</b>	<b>1.158</b>	<b>1.158</b>	<b>1.158</b>	<b>1.158</b>	
Trator 180 cv, 4 x 4	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
Trator 145 cv, 4 x 4	230	231	233	234	234	235	235	235	235	235	
Trator 110 cv, 4 x 4	307	340	419	439	467	486	494	494	494	494	
Trator 110 cv, 4 x 4 com embarcadora	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
Trator 88 cv, 4 x 2	325	379	473	506	535	564	564	564	564	564	
<b>Sub-total pivô</b>	<b>1.014</b>	<b>1.102</b>	<b>1.278</b>	<b>1.331</b>	<b>1.389</b>	<b>1.438</b>	<b>1.445</b>	<b>1.445</b>	<b>1.445</b>	<b>1.445</b>	
Trator 180 cv, 4 x 4	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	
Trator 145 cv, 4 x 4	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	
Trator 110 cv, 4 x 4	228	239	294	294	295	295	295	295	295	295	
Trator 110 cv, 4 x 4 com embarcadora	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
Trator 88 cv, 4 x 2	267	288	359	359	359	360	360	360	360	360	
<b>Sub-total sulco</b>	<b>706</b>	<b>738</b>	<b>864</b>	<b>864</b>	<b>865</b>	<b>865</b>	<b>865</b>	<b>865</b>	<b>865</b>	<b>865</b>	
<b>Cronograma de compra de tratores</b>											
Necessidade de máquinas e equipamentos	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL
1. Tratores											
Trator 180 cv, 4 x 4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Trator 145 cv, 4 x 4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Trator 110 cv, 4 x 4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Trator 110 cv, 4 x 4 com embarcadora	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Trator 88 cv, 4 x 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>

## 16. Máq equip

**Cronograma de desembolso para compra de tratores e equipamentos**

Investimentos em máquinas e equipamentos	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Valores de aquisição</b>										
Tratores	340.000	155.000	88.000	0	0	0	0	0	0	0
Trator 110 cv, 4 x 4 com embarcadora	0	164.500	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipamentos	59.150	59.150	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>399.150</b>	<b>378.650</b>	<b>88.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Finame/Moderfrota	10,75%									
2008		122.738,63	114.156,90	105575,18	96993,45	88411,73				
2009			116434,88	108293,90	100152,93	92011,95	83870,98			
2011					0,00	0,00	0,00	0,00	88411,73	
2013							0,00	0,00	0,00	0,00
reformas e sucatas	10.400,00									
<b>DESEMBOLSO</b>	<b>10.400</b>	<b>122.739</b>	<b>230.592</b>	<b>213.869</b>	<b>197.146</b>	<b>180.424</b>	<b>83.871</b>	<b>0</b>	<b>88.412</b>	<b>0</b>

**FAZENDA ABADIA - CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ**  
**RELAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA**  
 REALIZAÇÃO EM 2003

Quant.	Descrição	Vr. Unit.	Vr. Total
6	Reforma e abertura de 6000 m de canais	8000	48.000,00
3	Elevação e reparo de estrada principal por 3 km	8000	24.000,00
4,5	Extensão da rede elétrica primária	15000	67.500,00
500	Construção de galpão de máquinas, casa de vigia, pequeno escritório de apoio (m2) e pátio de estacionamento	250	125.000,00
Total Geral			264.500,00

**RELAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM ADEQUAÇÃO AMBIENTAL**

REALIZAÇÃO A PARTIR DE 2003

Quant.	Descrição	Vr. Unit.	Vr. Total
<b>Adequação ambiental</b>			
33,9	ha de implantação de área de preservação permanente	2000	67800
554	ha de implantação de área de reserva legal	2000	1 108000
Total Geral			1.175.800,00
Desembolso anula de 05 % por 20 anos (2010-2029)			
Foi assumido que o valor de implantação (R\$2.000,00/ha)			
			58.790,00

## 17. Invest infra-estr

**Cronograma de desembolso para investimento e infra-estrutura**

Investimentos	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Reforma e abertura de canais	24.000,00	24.000,00								
Elevação e reparo de estrada principal			24.000,00							
Extensão da rede elétrica primária				62.500,00	62.500,00	67.500,00				
Galpão de máquinas			58.790,00	58.790,00	58.790,00	58.790,00	58.790,00	58.790,00	58.790,00	58.790,00
Adequação ambiental										
<b>DESEMBOLSO</b>	<b>24.000</b>	<b>24.000</b>	<b>82.790</b>	<b>121.290</b>	<b>121.290</b>	<b>126.290</b>	<b>58.790</b>	<b>58.790</b>	<b>58.790</b>	<b>58.790</b>



Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Mão-de-obra de colheita</b>							
Necessidade para colheita							
dia de plantio e corte de viveiros	60	90	90	75	75	75	75
dias de corte de canaviais	150	150	150	150	150	150	150
turmas de plantio de viveiros	0,35	3,82	0,81	0,97	0,97	0,97	0,97
turmas de corte de viveiros	0,22	2,97	7,82	2,11	2,10	2,10	2,10
<b>soma de turmas em viveiros</b>	1	7	9	4	4	4	4
turmas de corte de canaviais	0	0	0	0	0	0	0
área de sequeiro colhida manual							
fração do sequeiro colhida manual							
<b>Mão-de-obra contratada</b>							
Contingente de operarios							
plantadores	6	6	6	6	6	6	6
cortadores							
mensalistas braçais	7	8	8	9	9	10	10
tratoristas	5	5	5	6	6	6	6
fiscais							
<b>Salários pagos no custeio</b>							
	salário base	encargos	refeicoes	transporte	total		
						0,7 Salário Médio	
						(R\$/km)	(R\$/mes)
Tratoristas	500,00	inclui NR 31	79,5	6,22	1010,72		
Mensalistas braçais	404,02	425,00	79,5	10,89	837,83		
Fiscais de campo	500,00	425,00	79,5	0,00	1004,50		
Equipe topografia (topografo e 2 ajudantes)						Salário Médio	
Safristas de corte de cana						(R\$/t)	
corte de cana crua	13,85		0,53	0,04	14,42		
corte de cana queimada	8,90		0,318	0,02	9,24		

## 18.M.O. e salarios

Investimentos	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gerente	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000
Tecnico de irrigacao	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500
Tecnico agricola de campo	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
Administrador	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
Participação no resultado	23.086	64.571	97.512	125.291	149.683	170.702	181.310	181.310	181.310	181.310
<b>DESEMBOLSO</b>	<b>348.586</b>	<b>390.071</b>	<b>423.012</b>	<b>450.791</b>	<b>475.183</b>	<b>496.202</b>	<b>506.810</b>	<b>506.810</b>	<b>506.810</b>	<b>506.810</b>

## FAZENDA ABADIA - CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

## FLUXO DE CAIXA

DESCRIÇÃO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL
Entradas Operacionais	813.588	1.293.851	1.677.368	2.004.315	2.296.903	2.539.124	2.654.050	2.654.050	2.654.050	2.654.050	18.133.959
Recebimentos de venda de cana	663.375	1.057.446	1.363.574	1.626.593	1.862.944	2.080.582	2.194.758	2.194.758	2.194.758	2.194.758	17.433.548
Receitas Financeiras											-
Outras Rec. Operacionais	150.212	236.405	313.794	377.723	433.959	458.542	459.291	459.291	459.291	459.291	700.411
	732.936	884.542	1.016.046	1.129.128	1.234.029	1.290.647	1.300.244	1.300.244	1.300.244	1.300.244	
Saídas Operacionais	582.724	648.137	702.252	751.406	800.070	832.105	840.953	840.953	840.953	840.953	7.680.503
Custeio Salvamento	151.006	166.727	180.283	192.915	204.811	209.672	209.672	209.672	209.672	209.672	1.944.105
Custeio Asper	149.026	165.838	179.469	191.695	204.030	208.711	208.711	208.711	208.711	208.711	1.933.615
Custeio Pivo	166.547	188.146	206.705	223.496	240.387	255.966	262.160	262.160	262.160	262.160	2.329.886
Custeio Sulco	116.144	127.426	135.796	143.300	150.842	157.755	160.409	160.409	160.409	160.409	1.472.897
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geração Operacional de Caixa	230.864	645.715	975.116	1.252.909	1.496.833	1.707.020	1.813.097	1.813.097	1.813.097	1.813.097	10.453.455
Investimentos	382.986	536.810	736.393	785.950	793.620	802.916	649.471	565.600	654.011	565.600	6.473.357
Investimentos Maq equip	10.400	122.739	230.592	213.869	197.146	180.424	83.871	-	88.412	-	1.127.452
Investimentos Infra-estrutura	24.000	24.000	82.790	121.290	121.290	126.290	58.790	58.790	58.790	58.790	734.820
Investimentos Pessoal Staff	348.586	390.071	423.012	450.791	475.183	496.202	506.810	506.810	506.810	506.810	4.611.085
Custo operacional total (efetivo + invest)	965.710	1.184.947	1.438.645	1.537.356	1.593.690	1.635.020	1.490.423	1.406.552	1.494.964	1.406.552	14.153.860
Geração Líquida de Caixa	(152.123)	108.904	238.722	466.959	703.214	904.104	1.163.627	1.247.498	1.159.086	1.247.498	7.087.489
Saldo Inicial de Caixa	310.000										
Aporte de capital		350.000	280.000	130.000							760.000
Saldo Final de Caixa	157.877	616.782	1.135.504	1.732.464	2.435.677	3.339.781	4.503.408	5.750.905	6.909.991	8.157.489	34.739.879
taxa de retorno esperada	12,50%										
<b>Valor Presente Líquido</b>	<b>14.627.700</b>										

Premissas

Preço da cana na lavoura (CCT pela Usina)

38,00 (R\$/t)