



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Guaratinguetá

NATÁLIA FARIA SILVA

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO SORGO SACARINO COMO
CULTURA COMPLEMENTAR NA ENTRESSAFRA DA CANA-DE-AÇUCAR

Guaratinguetá

2013

NATÁLIA FARIA SILVA

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO SORGO SACARINO COMO
CULTURA COMPLEMENTAR NA ENTRESSAFRA DA CANA-DE-AÇUCAR

Trabalho de Graduação apresentado
como requisito para obtenção do
diploma de Graduação no curso de
Engenharia Mecânica na Faculdade
de Engenharia do Campus de
Guaratinguetá.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Carrocci

Guaratinguetá

2013

S586a	Silva, Natalia Faria Análise de viabilidade da utilização do sorgo sacarino como cultura complementar na entressafra da cana-de-açúcar / Natalia Faria Silva – Guaratinguetá : [s.n], 2013. 39 f : il. Bibliografia: f. 36-39 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013. Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Carrocci 1. Álcool 2.Sorgo sacarino 3. Cana-de-açúcar I. Título CDU 547.262
-------	---



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PLANTIO DE SORGO SACARINO
NA ENTRESSAFRA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

NATÁLIA FARIA SILVA

**ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO
PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE**

"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

**APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

Prof. Dr. ANTONIO WAGNER FORTI

COORDENADOR

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. LUIZ ROBERTO CARROCCI
Orientador/FEG-UNESP

Prof. Dr. CELSO EDUARDO TUNA
UNESP-FEG

Eng. ALINE FONSECA E SILVA

Março de 2013

Aos meus familiares, amigos, professores e
funcionários da FEG/UNESP.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus por estar sempre comigo me iluminando, me guiando, me protegendo e me dando forças todos os dias.

Aos meus pais, cujo meu amor é incondicional e meu agradecimento é eterno por estarem sempre comigo.

Ao Pedro, meu eterno agradecimento pelo carinho, pela amizade, pelo companheirismo e por acreditar em mim em todos os momentos de minha vida.

Agradeço a todos os meus amigos que estiveram ao meu lado e acreditaram no meu potencial.

Aos professores, funcionários e técnicos da FEG/UNESP que fizeram parte do meu aprendizado e conseguiram enriquecer minha bagagem de conhecimento.

SILVA, Natália F. **Análise de viabilidade da utilização do sorgo sacarino como cultura complementar na entressafra da cana-de-açúcar.** 2013. 39f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

RESUMO

O sorgo sacarino é visto como uma opção complementar à produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar devido ao seu elevado potencial energético e pela sua cultura se adaptar bem a regiões de clima quente e seco. O presente estudo avalia a utilização do plantio de sorgo sacarino como uma cultura complementar à cana-de-açúcar, em sua entressafra, levando às conclusões preliminares que mostraria a viabilidade de se plantar sorgo na entressafra da cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: sorgo sacarino, etanol, cana-de-açúcar.

SILVA, Natalia F. **Analysis of feasibility of using sweet sorghum as a culture supplement in the offseason cane sugar** 2013. 39f. Graduate Work (Graduate in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

ABSTRACT

The sorghum is seen as a complementary option ethanol production in the offseason cane sugar because of its high energy potential and its culture to adapt well to hot climates and dry. This study evaluates the use of planting sweet sorghum as a culture supplement cane sugar in its offseason, leading to findings that show the feasibility of planting sorghum harvests of sugar cane.

KEYWORDS: sweet sorghum, ethanol, sugar cane.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Colheita do sorgo sendo realizada com o mesmo maquinário utilizado no cultivo da cana-de-açúcar.....	16
Figura 2: As três variedades de Sorghum bicolor: A. sorgo granífero, B. sorgo forrageiro e C. sorgo sacarino.....	18
Figura 3: Layout proposto para a produção de etanol e derivados do sorgo sacarino.....	19
Figura 4: Planta de sorgo sacarino.....	20
Figura 5: Exemplo de uma região produtora de cana de 5 hectares para o caso 1, sendo possível colher, por ano, cana em apenas 4 hectares.....	27
Figura 6: Exemplo de uma região produtora de cana e sorgo para o caso 2, sendo possível colher, por ano, cana em 4 hectare e sorgo em 1 hectare.....	27

.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Balanço de energia na produção de etanol.....	14
Tabela 2: Consumo de combustível (l/ha) para as diversas operações de campo nos sistemas convencional ou plantio direto, em solos de resistência média a tração.....	22
Tabela 3: Distribuição percentual do uso do Arado de disco e da Grade Aradora no município de Intuituba, MG.....	24
Tabela 4: Consumo de Combustível e rendimentos de diferentes preparo do solo.....	24
Tabela 5: Características da cana-de-açúcar e sorgo sacarino.....	25
Tabela 6: Período de plantio e colheita da cana-de-açúcar e do sorgo sacarino.....	25
Tabela 7: Custo do plantio e produtividade de etanol por hectare.....	26
Tabela 8: Cálculo do valor presente para o caso 1 da análise 1.....	28
Tabela 9: Cálculo do valor presente para o caso 2 da análise 1.....	30
Tabela 10: Cálculo do valor presente para o caso 1 da análise 2.....	31
Tabela 11: Cálculo do valor presente para o caso 2 da análise 2.....	32
Tabela 12: Cálculo do valor presente para o caso 1 da análise 3.....	23
Tabela 13: Cálculo do valor presente para o caso 2 da análise 3.....	34

SUMÁRIO

1.Introdução.....	10
1.1 Considerações Iniciais.....	10
1.2 Objetivo.....	11
1.2.1 Objetivos Gerais.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos.....	11
1.3 Estrutura do Trabalho.....	11
2. Revisão Bibliográfica.....	12
2.1 Período de Safra da Cana-de-Açúcar.....	12
2.1.1 Épocas do Plantio.....	12
2.1.2 Mudas.....	13
2.1.3 Operação de Plantio.....	13
2.2 Sorgo Sacarino como Complemento a Produção de Etanol.....	14
2.3 Importância sobre a Cultura do Sorgo Sacarino.....	17
2.4 Calendário Bioenergético.....	20
2.5 O Cultivo do Sorgo Sacarino.....	21
2.5.1 Manipulação do Solo para o Cultivo do Sorgo.....	21
2.5.2 Operação de Colheita e Processamento.....	24
3. Análise dos Dados.....	25
3.1 Método de Análise.....	26
4. Resultados.....	28
5. Conclusão.....	35
6. Sugestão para Trabalhos Futuros.....	35
7. Referências.....	36
8. Bibliografias.....	37

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Com a crise do Petróleo em 1973, foi criado pelo governo brasileiro o Pró-Álcool, programa nacional do álcool que visa à substituição em larga escala dos combustíveis fósseis por combustíveis renováveis em veículos automotivos a partir de 1975.

Das culturas cerealística, com maior destaque mundialmente, o sorgo é a quinta mais importante, vinda atrás do trigo, arroz, milho e cevada e vem sendo cultivada em áreas da Ásia, América, África e Pacífico. (BANTILAN¹ et al., 2004 apud QUILHÓ, 2011). O sorgo é uma gramínea que fornece forragem para alimento do gado e semente para criação de suínos e aves. Na África, de onde a planta é originária, ele é uma fonte importante para alimentação humana na forma de farinha feita dos grãos. (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Lipinski & Kresovich² (1982, apud TEIXEIRA et al, 1997, p.4) que fizeram uma análise sobre as culturas de elevado potencial energético como fonte renováveis de energia, concluíram que são destaques as três seguintes culturas: cana-de-açúcar, sorgo sacarino e beterraba açucareira.

O sorgo vem sendo estudado como fonte em potencial de matéria-prima complementar a cana-de-açúcar. Da mesma família da cana, o sorgo apresenta uma concentração de açúcares em seus colmos e estes podem ser processados na mesma planta industrial que a da cana-de-açúcar e utilizar também do mesmo processo de cultivo e mesmo maquinário de colheita. Com período de desenvolvimento mais curto, em torno de 120 dias, com características

¹ BANTILAN, M. C. S., Deb U. K., Gowda C. L. L., Reddy B. V. S., Obilana A. B., Evenson RE. (eds.) (2004) **Sorghum genetic enhancement: research process, dissemination and impacts**. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics apud QUILHÓ, Luís Filipe Trindade Levita. **Produção de Bioetanol a partir de Materiais Lenho-celulósicos de Sorgo Sacarino: Revisão Bibliográfica**. 2011. 88 f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciência e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011.

² LIPINSKI, E.S.; KRESOVICH, S. **Sugar crops as a solar energy converters**. *Experientia*, v.38, p.13-7, 1982 apud TEIXEIRA, Cyro Gonçalves; JARDINE, José Gilberto and BEISMAN, Darcy Antônio. **Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. 1997, vol.17, n.3, pp. 248-251. ISSN 1678-457X.

particulares como a resistência à falta de água e preferências por regiões quentes, nota-se que o sorgo apresenta um grande potencial para ser plantado e colhido na entressafra da cana-de-açúcar podendo assim diminuir a ociosidade da indústria sucroalcooleira, além de manter o preço do etanol competitivo no mercado neste período, gerar empregos, diminuir a emissão dos gases de efeito estufa e os custos fixos das usinas.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste trabalho é analisar a produtividade em etanol com o plantio e colheita do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar e sua viabilidade econômica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- i. Breve descrição do processo do cultivo do sorgo sacarino;
- ii. Análise da produtividade e custo com o plantio do sorgo na entressafra da cana;
- iii. Comparar os dados de produtividade e custo do cultivo sorgo sacarino com os da cana-de-açúcar.

1.3 Estrutura do Trabalho

Esta monografia é composta por 6 capítulos:

O capítulo 1 apresenta um breve histórico sobre a importância da produção de etanol a partir do sorgo sacarino além da justificativa do desenvolvimento desta monografia acerca do tema.

O capítulo 2 tem como objetivo apresentar conceitos relacionados ao etanol como biocombustível e, principalmente, trata da sua produção através do cultivo de sorgo sacarino.

O capítulo 3 refere-se diretamente ao ciclo de desenvolvimento do sorgo sacarino e o processo produtivo.

O capítulo 4 é focado na apresentação dos dados obtidos durante a revisão bibliográfica.

O capítulo 5 visa à apresentação dos resultados e suas considerações a respeito.

O capítulo 6 discute os resultados, mostrando a comparação entre as culturas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Período de Safra da Cana-de-Açúcar

É importante que o produtor tenha o conhecimento das características do local onde está localizada sua propriedade, para que possa escolher a semente de sorgo sacarino (variedade híbrida) que mais se adapta as suas condições de clima e solo e obter um melhor aproveitamento dos recursos naturais e por consequência aumentar sua produtividade. Assim, ao estabelecer a época de plantio da cana-de-açúcar pode-se programar para realizar o plantio de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar. (ROSSETTO & SANTIAGO, 2007).

2.1.1 Épocas do plantio

Segundo Rosseto & Santiago (2007), é fundamental escolher, adequadamente, a época de plantio da cana-de-açúcar, período que exige alta disponibilidade de água, alto índice de radiação solar e temperaturas elevadas, para obter uma maior concentração de açúcares em seus colmos. A cultura pode ser plantada em três épocas distintas: sistema de ano-e-meio, sistema de ano e plantio de inverno:

Sistema de ano-e-meio (cana de 18 meses): A cana-de-açúcar é plantada entre os meses de janeiro e março. Nos primeiros três meses, a planta inicia seu desenvolvimento e, com a chegada da seca e do inverno, o crescimento passa a ser muito lento durante cinco meses (abril a agosto), vegetando nos sete meses subsequentes (setembro a abril), para, então, amadurecer nos meses seguintes, até completar 16 a 18 meses. Este período (janeiro a março) é considerado ideal para o plantio da cana-de-açúcar, pois apresenta boas condições de temperatura e umidade, garantindo o desenvolvimento das gemas. Essa condição possibilita a brotação rápida, reduzindo a incidência de doenças nos toletes.

Sistema de ano (cana de 12 meses): Em algumas regiões, a cana-de-açúcar pode ser plantada no período de outubro a novembro. Esse sistema de plantio precisa ser utilizado de forma restrita, pois apresenta as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens

Quando se têm grandes áreas para plantio, uma segunda época de plantio facilita o gerenciamento e otimiza a utilização de máquinas e de mão-de-obra, que ficam subdivididas entre o período de plantio de cana de ano-e-meio e cana de ano.

Desvantagens

- menor produtividade que a cana de 18 meses, uma vez que a cana de ano tem apenas sete ou oito meses de crescimento efetivo (um verão);
- o preparo do solo para o plantio da cana de ano pode ser dificultado, uma vez que há pouco tempo para o preparo, incorporação do calcário e de outros corretivos etc. Logo após a colheita anterior é necessário arrancar as soqueiras para um novo plantio. Com o início da estação chuvosa, ocorrem poucos dias úteis para operações agrícolas e, se a área de plantio for muito grande, é necessária elevada quantidade de mão-de-obra nesse período;
- em algumas situações e para variedades floríferas, a utilização de inibidores de florescimento pode ser necessária.

Plantio de inverno

Com o uso da torta de filtro que contém cerca de 70 a 80% de umidade, aplicada no sulco de plantio, é possível plantar a cana-de-açúcar mesmo no período de estiagem. A torta fornece a umidade necessária para a brotação. Se ainda for feita uma fertirrigação com vinhaça, ou mesmo irrigação, o plantio da cana pode ocorrer praticamente o ano todo.

2.1.2 Mudas

Em média, são necessárias entre 10 a 15 toneladas por hectare de mudas, ou pode-se optar por menores quantidades, dependendo da qualidade das mudas e da escolha da época do plantio. As mudas são canas jovens, em torno de oito a dez meses, plantadas em excelentes condições. São distribuídas em torno de 12 gemas por metro de sulco, mas em épocas de estiagem, é preciso em torno de 15 a 18 gemas por metro. (ROSSETTO; SANTIAGO, 2007)

2.1.3 Operação no plantio

Após as escolhas das mudas de cana-de-açúcar, é necessário preparar o solo adequadamente para seu cultivo, que ocorrerá em média nos cinco anos subseqüentes. (ROSSETTO & SANTIAGO, 2007)

2.2 Sorgo Sacarino como Complemento a Produção de Etanol

Uma alternativa para minimizar a ociosidade em que as usinas sucroalcooleiras encontram-se no período da entressafra da cana-de-açúcar, aumentar a produtividade do

etanol, mantendo-o no mercado a um preço competitivo em relação à gasolina, e continuar o trabalho em cima de energias renováveis, para diminuir os poluentes do ar e da água, o sorgo sacarino é uma das principais fontes de biocombustível em potencial.

As plantas são a melhor escolha para atender as demandas de bioetanol projetadas. Estudos de investigação e outros indicam que o sorgo sacarino pode ser usado como matéria-prima para a produção de etanol sob condições de clima quente e seco. Apresenta maior tolerância a salinidade e à seca comparado a cana de açúcar, milho e beterraba branca, que são atualmente usados para a produção de biocombustíveis no mundo. (ALMODARES & HADI, 2009).

O bicomcombustível álcool etílico é um dos mais nobres, pois não é tóxico, é de fácil transporte e pode substituir, em grande parte, o consumo de gasolina. (ORTEGA et al., 2006). Para os países comprometidos com as metas do Protocolo de Kyoto, o uso de biocombustível representa uma das formas mais eficazes de diminuir as emissões líquidas dos gases causadores do efeito estufa associado ao consumo energético no setor de transporte. A tabela abaixo mostra a capacidade de redução de emissões entre os 5 bicomcombustíveis, mostrando uma grande vantagem para o etanol oriundo da cana produzido no Brasil (MACEDO, 2007), em seguida o etanol de sorgo sacarino produzido na África, com grande potencial de cultivo e atendimento da demanda na entressafra da cana-de-açúcar no Brasil.

Tabela 1: Balanço de energia na produção de etanol.

Matérias-primas	Energia renovável / energia fóssil usada
Etanol de milho (USA)	1,3
Etanol de cana (Brasil)	8,9
Etanol de beterraba (Alemanha)	2,0
Etanol de sorgo sacarino (África)	4,0
Etanol de trigo (Europa)	2,0
Etanol de mandioca	1,0

Fonte: MACEDO, 2007.

O sorgo é uma planta que se adapta bem a uma variedade de ambientes, em especial, em ambientes de déficit hídrico, o que não é favorável para a maioria dos outros cereais. Isso permite que o sorgo se desenvolva e se expande em regiões de cultivo com distribuição irregular de chuvas e em sucessão a culturas de verão.

Nos períodos de entressafra da cana-de-açúcar, entre os meses de novembro/dezembro a abril, nas grandes destilarias, aproveita esse tempo para realizar reparos nos equipamentos, principalmente nas moendas (TEIXEIRA; JARDINE e BEISMAN, 1997) (o que se observa uma mudança neste quadro por multinacionais do setor, com o melhoramento de sementes de sorgo e estudos realizados por instituições de pesquisa comprovando a viabilidade econômica e técnica de se plantar sorgo na entressafra da cana).

No entanto, nas microdestilarias dotadas de equipamentos mais simples, a maior parte desse tempo encontra-se ociosa. Para evitar essa ociosidade põem em análise duas alternativas: antecipar o corte da cana-de-açúcar ou realizar o cultivo de sorgo sacarino na sua entressafra. Ocorre que, há uma redução no rendimento industrial, quando a cana é cortada antes da maturação completa dos colmos, gerando um teor menor de açúcares fermentescíveis. Enquanto que o cultivo de sorgo apresenta uma alternativa técnica e economicamente viável para o fornecimento de matéria-prima para microdestilaria, uma vez que evita o corte antecipado da cana (colmos com menor teor de açúcar) e reduz o tempo de ociosidade das usinas (contribuindo com a amortização dos custos fixos e abastecendo o mercado com etanol, complementando o volume de etanol disponibilizado pela cana neste período). (TEIXEIRA; JARDINE e BEISMAN, 1997)

Além disso, pode ser incorporado a um sistema integrado de exploração da propriedade rural, tendo como objetivo a auto-suficiência em energia e em atividades voltada à produção agropecuária: o bagaço do sorgo sacarino apresenta uma melhor palatibilidade e uma maior concentração de açúcares do que o bagaço da cana, servindo de um excelente alimento para o gado. Os colmos do sorgo sacarino podem ser processados utilizando-se a mesma instalação da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. (TEIXEIRA; JARDINE e BEISMAN, 1997). Os ajustes nos equipamentos são mínimos e pontuais. (OLIVEIRA, 2012).

Em médias e pequenas destilarias, além da produção de etanol, há a produção de forragens para gado bovino, biogás, biofertilizantes, aproveitamento do vinhoto, uso do bagaço excedente como combustível entre outras atividades que podem elevar a lucratividade do empreendimento (ORTEGA et al., 2006); modelo conhecido como “Sistema Integrado de

Produção de Alimentos e Energia”. (LA ROVERE e TOLMASQUIM³, 1984 apud ORTEGA et al., 2006)

Figura 1: Colheita do sorgo sendo realizada com o mesmo maquinário utilizado no cultivo da cana-de-açúcar.(OLIVEIRA, 2012)

Segundo Almodares & Hadi (2009), a planta de sorgo sacarino tem as seguintes características:

- 1- Trata-se de um conversor eficiente de energia solar, pois requer baixa entrada de luminosidade e ainda é um alto produtor de carboidratos;
- 2- É uma cultura resistente á climas secos;
- 3- Apresenta uma concentração de açúcar em torno de 12% chegando a 21% diretamente fermentável (sem a conversão do amido);
- 4- Pode ser cultivada em clima temperado, subtropical e tropical;
- 5- Todos os componentes da planta têm valor econômico: o grão do sorgo sacarino pode ser usado como alimento ou ração animal, as folhas para forragem, a fibra

³ LA ROVERE, E., TOLMASQUIM, M. **Sistema Integrado de Produção de Energia e Alimentos – SIPEA.CNPq – FINEP – UNB – UNESCO – UNO. Production of the Internacional seminar on Escosystems, food and energy.** UNESCO. Escritório regional para a Ciência e tecnologia. Montevideu, Uruguai, p.55-77, (1984) apud ORTEGA, E., WATANABE M., CVALETT, O. **A produção de etanol em micro e mini-destillarias. Laboratório de Engenharia Ecológica.** 2006. Laboratório de Engenharia Ecológica. Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Unicamp. Campinas, 2006

(celulose) como alimento para animais e/ou com tecnologias para a produção de álcool de segunda geração;

6- O bagaço, subproduto do sorgo após a extração do suco, tem maior valor biológico que o bagaço da cana-de-açúcar, quando utilizado para ração animal;

7- É mais curto seu período de crescimento (3-5 meses) comparado ao da cana (10-12 meses), bem como a quantidade de água necessária que é de 1/3 da água utilizada nas plantações de cana-de-açúcar;

8- Em áreas tropicais bem irrigadas o sorgo sacarino pode ser colhido duas vezes por ano e a sua produção pode ser completamente mecanizada;

9- Pode produzir grandes quantidades de carboidratos fermentável e de fibra por unidade de área de terra;

Portanto, com base nas características acima, o sorgo sacarino é a planta mais adequada para a produção de biocombustível em relação a outras culturas cerealísticas de elevado potencial energético, sob condições de clima quente e seco. Além disso, as possibilidades de utilizar o bagaço, subproduto do sorgo sacarino, são: queima para fornecer energia térmica, papel ou fibra, silagem para a alimentação animal ou fibra para a produção de etanol. (ALMODARES & HADI, 2009).

2.3 Informação sobre a cultura do Sorgo Sacarino

O nome Sorgo, é derivado do latim, “Syricum (granum)”, “grão da Síria”,(BASSAM⁴, 2010 apud QUILHÓ, 2011), cujo nome aplica-se a uma gama de genótipos, cuja maioria é da espécie *Sorghum bicolor* (L) Moench que pertence à família das gramíneas (CETA⁵, 2011 apud QUILHÓ, 2011), a mesma da cana. São três as espécies de *Sorghum bicolor*: **o sorgo granífero (A)**, quando se deseja o aproveitamento do grão, **o sorgo forrageiro (B)**, para

⁴ Bassam N. (2010) **Handbook of bioenergy crops – A complete reference to species, development and applications**. Earthscan, London

⁵ CETA – Centre for theoretical and applied ecology (2011) **Sweetanol Early Manual**. Poligrafiche San Marco S.a.s. Cormons (Gorizia), Italy ;

aproveitamento de sua forragem e o **sorgo sacarino (C)** quando se deseja o caule para extração de açúcares (SABALLOS⁶, 2008 apud QUILHÓ, 2011).

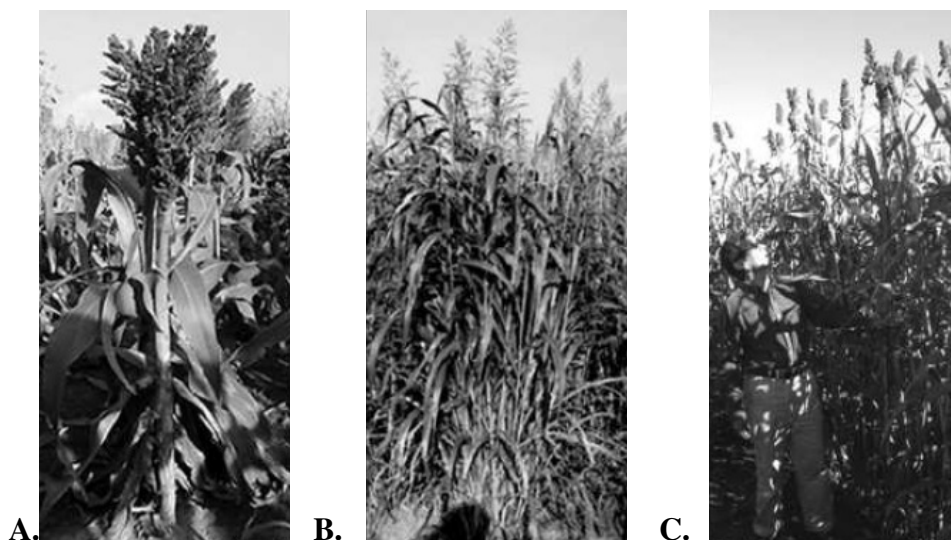


Figura 2: As três variedades de *Sorghum bicolor*: A. sorgo granífero, B. sorgo forrageiro e C. sorgo sacarino. (SABALLOS⁶, 2008 apud QUILHÓ, 2011)

É adequado a utilização de hidratos de carbono no talo (sacarose e açúcar invertido) para a produção de etanol de biocombustíveis porque estes carboidratos são facilmente convertidos em etanol. Embora, o etanol pode ser produzido a partir de grãos de sorgo doce, ele precisa passar por mais processos para converter amido em glicose, que serão fermentadas e transformadas em etanol. (ALMODARES & HADI, 2009)

⁶

SABALLOS, A. **Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop – In genect improvement of bioenergy crops.** Vermerris W., ed 2008. Springer, New York. cap. 8, p 211-248. 2008

apud QUILHÓ, Luís Filipe Trindade Levita. **Produção de Bioetanol a partir de Materiais Lenho-celulósicos de Sorgo Sacarino: Revisão Bibliográfica.** 2011. 88 f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciência e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011.

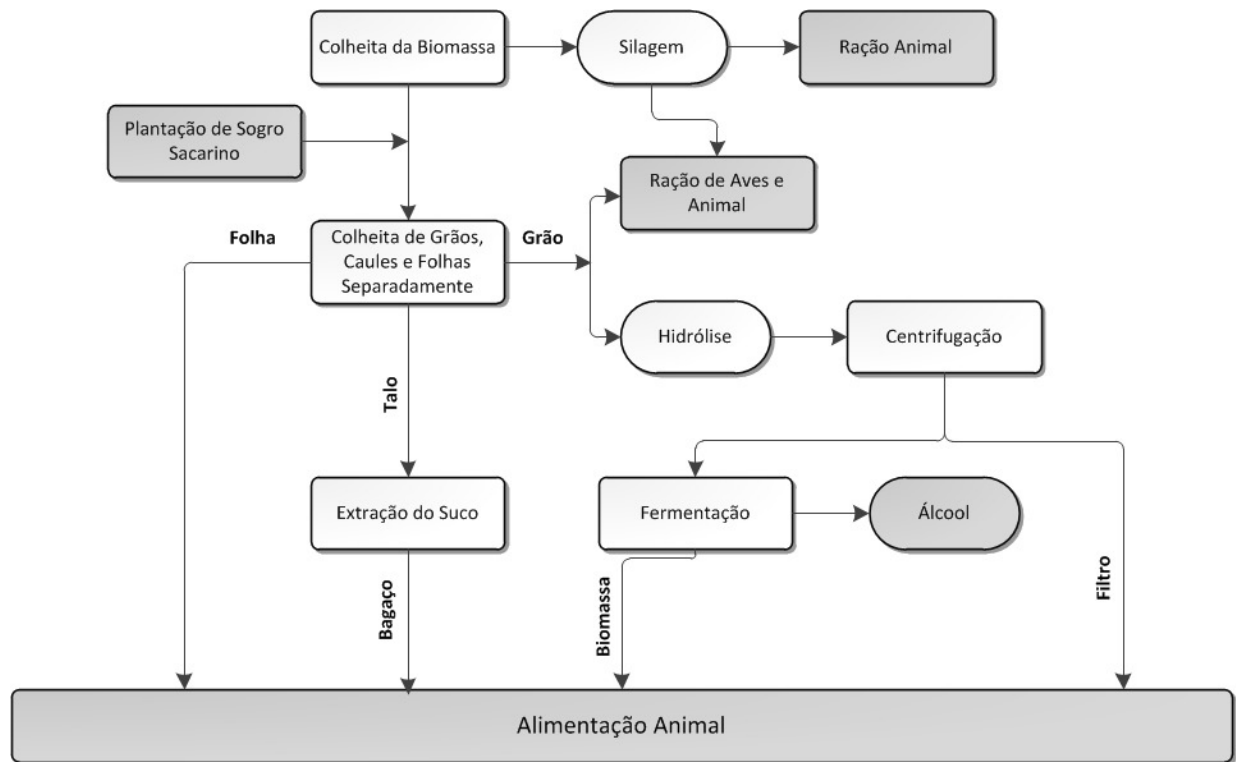


Figura 3: Layout proposto para a produção de etanol e derivados do sorgo sacarino. (ALMODARES & HADI, 2009)

As práticas de cultivo de sorgo sacarino são simples e facilmente adotáveis. É uma planta de dia curto e a maioria das variedades requerem temperatura relativamente elevada e tolera uma vasta gama de condições do solo. Tolerância a uma gama de pH de 5,0-8,5, e um certo grau de salinidade, alcalinidade e má drenagem. Época de plantio normalmente tem início quando a temperatura do ar for superior a 12 ° C. (ALMODARES & HADI, 2009)

Possui um sistema radicular fibroso com raízes secundárias que chegam a atingir cerca de 1,9m de profundidade e 1m lateralmente. Possui capacidade em regular a perda de água para a atmosfera pelo fato de reduzir sua taxa de evapotranspiração em maior grau comparado com outras culturas em semelhantes condições. A perda de água no caule e nas folhas é evitada, pois o sorgo apresenta uma camada serosa e impermeável. (BASSAM⁴, 2010 apud QUILHÓ, 2011)



Figura 4: Planta de sorgo sacarino. (CUNHA & FILHO, 2010)

2.4 Calendário Bioenergético

Com ciclo de desenvolvimento de no máximo 120 dias, ele é plantado e colhido. Sua semeadura pode ocorrer entre os meses de outubro a dezembro, até mesmo em fevereiro ou março e ocupa áreas de renovação da terra do cultivo da cana, que ocorrem normalmente de cinco em cinco anos. Ou pode ocupar áreas de novas lavouras que antes eram dedicadas à pastagem de bovinos. (OLIVEIRA, 2012).

O plantio de sorgo sacarino iniciado no começo de outubro/novembro com colheita a partir de fevereiro/março permite antecipar de 2 a 3 meses o período de moagem das usinas (diminuindo seu tempo de ociosidade que gira em torno de 3 a 5 meses) gerando impactos positivos na geração de receitas.

O aumento do plantio de sorgo pode ser realizado através do melhoramento de sementes, desenvolvimento de cultivares (variedades e híbridos) e juntamente associada a boas práticas agrícolas e sistema de produção, permite aumentar a capacidade produtiva da planta industrial. (DURÃES, 2011).

Contribui também com esse aumento, a superação dos entraves tecnológicos para elevar a produção do etanol de primeira geração, realizado a partir da fermentação do caldo da cana. E introduzir o etanol de segunda geração, que é produzido a partir do bagaço da planta (celulose), para poder disponibilizar mais matéria-prima sem precisar expandir a área de cultivo. (FRANÇA, 2012).

Recomenda-se a semeadura entre os meses de setembro a dezembro, dependendo da área produtora, com colheita programada para os meses de janeiro a abril. Período que a cana-de-açúcar não apresenta elevadas concentrações de açúcares em seus colmos e antecipar seu corte seria inviável por não apresentar bons rendimentos na produção de etanol. Para um aumento na produtividade de biomassa, ou seja, altos rendimentos na produção do caldo por hectare deve-se adotar cuidados exigidos por qualquer outra cultura, como um adequado preparo do solo, boa fertilização de base e cobertura e o controle de pragas e plantas daninhas. (MAY, 2011)

2.5 O Cultivo do Sorgo Sacarino

Encontra-se abaixo uma breve descrição dos equipamentos e processos de manipulação do solo utilizados para o plantio do sorgo.

2.5.1 Manipulação do Solo para o Cultivo do Sorgo

Qualquer cultura inserida num sistema de rotação e/ou sucessão, precisa de uma condição mínima de preparo do solo para que esta se desenvolva normalmente.

A recomendação técnica, para o plantio de sorgo, mostra a necessidade de destorroar bem o solo para o plantio por causa de sua semente ser muito pequena. Deve-se cuidadosamente, no preparo do solo, saber que as operações do plantio se complementam harmoniosamente, e que não somente o solo, mas as suas interações com a água para que haja um planejamento em conjunto visando a sustentabilidade da atividade agrícola. Com isso o planejamento da área agrícola deve ser feito cuidadosamente. A seleção de máquinas e equipamentos deve ser feita com base nos cuidados que se quer ter com o preparo do solo, os cuidados culturais, a colheita e como manipular os resíduos da cultura visando à próxima safra. Todas as etapas são igualmente importantes, com vistas de que a etapa de pior qualidade vai refletir na produtividade. (ALVARENGA et al., 2012).

A utilização de qualquer sistema de manipulação do solo é dependente do conhecimento das características dos implementos agrícolas em uso e do consumo de energia do sistema. O consumo de energia procedente do sistema de manuseio do solo poderá definir a viabilidade econômica destes sistemas. Para que os equipamentos sejam utilizados de forma racional e eficiente, é preciso ter conhecimento do sistema de manejo do solo que ele irá

atender, as desejáveis características que o solo deverá apresentar, a energia que será consumida e sua capacidade efetiva de trabalho, (ha/h).(MANTOVANI, 2008). A tabela 2 mostra a comparação de consumo de combustível entre os sistemas de plantio direto e o convencional para um solo de média resistência. (EMBRAPA, set/2008).

Tabela 2: Consumo médio de combustível (l/ha) para as diversas operações de campo nos sistemas convencional e plantio direto, em solos de resistência media a tração.

	Classificação de Resistência do Solo à Tração					
	Baixa		Média		Alta	
	TDP (kWh/ha)	l/ha	TDP (kWh/há)	l/ha	TDP (kWh/há)	l/ha
1. Picador de Palha	18,5	7,5	18,5	7,5	18,5	7,5
2. Arado (disco ou aiveca)	33,2	13,1	53,5	21,5	73,8	30
3. Arado escarificador	22,2	8,9	35,1	14	48	20
4. Grade(em palha)	9,2	3,7	9,2	3,7	9,2	3,7
5. Grade (gradagem convencional)	11,1	4,7	12,9	5,1	14,8	6,1
6. Máquina para camalhão	33,2	13,1	40,6	16,4	48	19,7
7. Cultivador	11,4	4,7	23,1	9,4	35,1	14
8. Plantadora (plantio convencional)	9,2	3,7	11,4	4,7	13,8	5,6
9. Plantadora (plantio direto)	9,6	4,2	12	4,7	15,7	6,6
10. Enxada rotativa	3,7	1,4	5,5	2,3	7,4	2,8
11. Cultivador (plantio convencional)	4,6	1,9	5,9	2,5	7,9	3,3
12. Cultivador (plantio direto)	6,1	2,3	7,9	3,3	10,5	4,2

Consumo de combustível do trator: 2,46 kWh/ha

Fonte: (Embrapa, set/2008).

Valores de consumo de energia das diferentes operações com implementos foram obtidos na Tabela 2 para os solos de alta, média e baixa resistência à tração. Os esforços de tração para os três tipos de solos, foram convertidos para energia na barra de tração (Kwh/ha). A energia na tomada de potência, TDP (Kwh/ha), foi calculada, usando-se uma eficiência tratora entre 50% e 70%, dependendo do tipo e condições do solo. O consumo de combustível foi calculado, usando-se uma estimativa de consumo de 2,46 TDP Kwh/l de diesel. (EMBRAPA, set/2008).

Segundo Mantovani (2008), os tipos de sistemas de manuseio do solo bem como suas características, em diversas regiões produtoras do mundo, destacam-se a seguir:

- 1. Sistema Convencional:** combinação de uma aração (arado de disco) e duas gradagens, feitas com a finalidade de criar condições favoráveis para o estabelecimento da cultura.
- 2. Sistema Cultivo Mínimo:** refere-se à quantidade de preparo do solo, para criar nele condições necessárias a uma boa emergência e estabelecimento de planta.
- 3. Sistema Conservacionista:** qualquer sistema de preparo do solo que reduza a perda de solo ou água, comparado com os sistemas de preparo que o deixam limpo e nivelado.
 - 3.1. Plantio Direto:** método de plantio que não envolve preparo de solo, a não ser na faixa e profundidade onde a semente será plantada. O uso de picador de palha na colhedora automotriz é importante para uma melhor distribuição da palhada na superfície do solo e as plantas daninhas são controladas por processos químicos.
 - 3.2. Escarificador:** tem a finalidade de quebrar a estrutura do solo a uma profundidade de 20-25 cm, através do arado escarificador, sem inversão da leiva, deixando o solo com bastante rugosidade e com uma apreciável quantidade de cobertura morta. Com isto, apresenta uma excelente capacidade de infiltração de água no solo.
 - 3.3. Camalhão:** pode-se fazer camalhões anuais e permanentes, sendo, em ambos os casos, usados para plantio de culturas em linha. Os melhores resultados deste sistema são em solos nivelados, mal drenados. Os camalhões podem ser construídos com arado de aiveca, sulcadores ou implementos próprios. O plantio é feito após reduzido preparo de solo. A conservação do solo apresentada neste sistema vai depender da quantidade de resíduo e direção das linhas de plantio. Plantio em curva de nível, juntamente com o acúmulo de resíduo na superfície reduz as perdas de solo.

O sistema convencional brasileiro de preparo do solo é realizado de uma aração com arado de disco e duas gradagens com grade (niveladora e destorroadora). A tabela 3 mostra que há uma procura maior pela grade aradora (ou grade pesada) do que o arado de disco conforme aumenta a área de cultivo. Isto ocorre pelo fato de apresentar maior rendimento de trabalho e menor consumo de combustível, conforme mostrado tabela 4. (MANTOVANI, 2008).

Tabela 3: Distribuição percentual do uso do Arado de disco e da Grade Aradora no município de Ituiutaba, MG.

Área (ha)	Arado de Disco	Grade Aradora
0 - 50	84	16
51 - 100	100	0
101 - 200	75	25
201 - 500	25	75
501 - 1000	0	100

Fonte: EMBRAPA, set/2008

Tabela 4: Consumo de Combustível e rendimentos de diferentes preparos do solo.

Equipamento	Consumo de	Combustível	Rendimento
	l/ha	Relativo (%)	ha/hora
Arado de disco	25,7	100	0,4
Grade pesada	13,9	54	0,9
Escarifador A	17,1	67	0,83
Escarifador B	20,2	79	0,78
Escarifador C	17,4	68	0,87
Escarifador D	20,6	80	0,7

Fonte: EMBRAPA, set/2008

2.5.2 Operação de Colheita e Processamento

Na fase de desenvolvimento da panícula (inflorescência) corresponde o maior acúmulo de açúcar nos colmos do sorgo, uma vez que essa taxa ótima ocorre após a floração e essa fase depende do local e da espécie utilizada. O método de colheita é feito cortando o caule pela base (CETA⁵,2011 apud QUILHÓ, 2011), utilizando uma máquina de ceifa, a mesma utilizada na colheita da cana. As panículas são removidas e o caule transportado para onde será extraído o suco. (SABALLOS⁶, 2008 apud QUILHÓ, 2011).

3. ANÁLISE DOS DADOS

As características da cultura de sorgo sacarino e da cana-de-açúcar estão resumidas na tabela 5.

Tabela 5: Características da cana-de-açúcar e sorgo sacarino

	Sorgo Sacarino	Cana-de-Açúcar
Duração do cultivo	4 meses	12 a 18 meses
Plantio	5 kg/ha de sementes	10 a 15 ton/ha de mudas
Produtividade em biomassa	60 a 80 ton/ha	120 ton/ha
Porcentagem de açúcar em base mássica	12%	13% a 14%
Porcentagem de fibra em base mássica	11% - 15%	12%
Produção de açúcar	110 a 125 kg/ton	145 kg/ton
Produção de etanol a partir do suco	2,5 a 3 mil l/ha	6 a 7 mil l/ha

O período de plantio e colheita, bem como os dados relativos à produtividade do sorgo e da cana estão apresentados nas tabelas 6 e 7. Estas são informações teóricas e podem variar, pois as culturas estão sujeitas à influência do solo, variedades do genótipo, clima e época de plantio.

Tabela 6: Período de plantio e colheita da cana-de-açúcar e do sorgo sacarino.

Plantio	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Cana												
Sorgo												
Colheita												
Cana												
Sorgo												

Fonte: CANOVA, 2011. Adaptado.

A tabela 7 traz informações do custo do plantio e da produtividade em etanol do sorgo sacarino e da cana-de-açúcar. Estes dados serão tomados como referência para analisar o estudo de caso.

Tabela 7: Custo de plantio e produtividade em etanol por ano.

	Sorgo	Cana
Custo da plantação	R\$ 2000/ha	R\$ 5000/ha
Produção de etanol	2500 l/ha	7000 l/ha

Fonte: OLIVEIRA, 2012.

3.1 Método de Análise

Para a análise do ganho em produtividade com a plantação e colheita do sorgo sacarino na entressafra da cultura de cana-de-açúcar e sua viabilidade econômica, será realizado um estudo de caso com a seguinte configuração, com base nos estudos realizados sobre a época de plantio, colheita, região produtora e variedade do genótipo:

Uma região produtora de cana-de-açúcar, dividida em zonas de 5 hectares, na qual em cada ano haverá colheita de cana em 4 hectares e em 1 hectare tem-se duas possibilidades:

Caso 1: Permanecer sem plantio, devido a:

- Área de renovação canavial, que ocorre em média de 5 em 5 anos, dependendo da região produtora, ou

- Área em que o ciclo de desenvolvimento da cultura de cana não se completou, vide item 2.1, não sendo viável realizar o corte da cana-de-açúcar.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Janeiro					Plantio de Cana ou Área de Renovação Canavial
Fevereiro	Não há colheita				
Março					
Abril					
Maio	Colheita da Cana-de-Açúcar				
Junho					
Julho					
Agosto					
Setembro					
Outubro					
Novembro					
Dezembro					

Figura 5: Exemplo de uma região produtora de cana de 5 hectares para o caso 1, sendo possível colher, por ano, cana em apenas 4 hectares.

Caso 2: Plantar sorgo na entressafra da cana, que depois de colhido, realiza-se o plantio da cana. Esta cultura será colhida no ano seguinte, respeitando seu período de desenvolvimento.

	1	2	3	4	5
Janeiro		Não há colheita			Colheita do Sorgo
Fevereiro					
Março					
Abril					
Maio	Colheita da Cana-de-Açúcar				Plantio de Cana
Junho					
Julho					
Agosto					
Setembro					
Outubro					
Novembro					
Dezembro					

Figura 6: Exemplo de uma região produtora de cana e sorgo para o caso 2, sendo possível colher, por ano, cana em 4 hectare e sorgo em 1 hectare.

O objetivo do estudo é conhecer a diferença entre as duas regiões, sendo que nas duas, planta-se e colhe-se a mesma quantidade de cana por hectare ao ano, porém no caso 2, além da cana, colhe-se a mais 1 hectare de sorgo ao ano. Assim é possível analisar se é viável realizar o investimento. Considera-se que o custo do plantio e a produtividade em etanol sejam o mesmo (em média) todo o ano tanto para o cultivo do sorgo como para a cana.

Para um produtor que queira aumentar, por ano, sua produção em etanol, com a inserção da cultura de sorgo na entressafra da cana, será feita uma projeção de 5 anos para avaliar a viabilidade de se plantar sorgo na entressafra da cana, em termos de produtividade em etanol e retorno financeiro, considerando a Taxa Mínima de Atratividade ou Taxa de Desconto de 12% a.a. Esta porcentagem significa o retorno mínimo que se espera para o projeto de investimento, para que seja possível suprir os custos com o plantio e obter um remanescente para futuros investimentos.

Utilizando a ferramenta Excel calculou-se o valor presente, que é uma estimativa do valor corrente de um fluxo de caixa futuro durante o período de 5 anos propostos, trazidos ao valor presente. O fluxo de caixa é representado pela diferença entre as receitas e os custos. Sendo assim, diante dos casos 1 e 2, foi possível realizar 3 análises, considerando as incertezas e possíveis ajustes que podem ocorrer ao longo da safra.

Como por exemplo, erros na manipulação do solo e plantio podem levar a uma produtividade de 1,5mil litros por hectare (l/ha), o que não é rentável. Problemas podem ocorrer, embora exista compatibilidade no processo industrial nas usinas. (OLIVEIRA, 2012, p.65). A produtividade de etanol do sorgo é cerca de 2,5mil a 3mil l/ha. (COOPERCITRUS, 2012).

Na análise 1, 2 e 3 foram feitos cálculos, variando a produtividade em etanol de sorgo sacarino, para conhecer a viabilidade do plantio de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar.

4. RESULTADOS

O preço do etanol hidratado, em média, recebido pelos produtores é de 1,1 R\$/l. (UNICA; CEPEA, 2013). O cálculo do valor presente líquido foi realizado utilizando a ferramenta de software Excel.

Análise 1:

Neste cenário, a análise foi realizada para uma produção de etanol de 2 500 l/ha de sorgo sacarino. Valor normalmente encontrado no plantio de 1 hectare de sorgo em operações ótimas de plantio.

Caso 1	
Custo médio do plantio sorgo (R\$/ha) =	2000
Produtividade em etanol do sorgo (l/ha) =	2500
Custo médio do plantio cana (R\$/ha) =	5000
Produtividade em etanol da cana (l/ha) =	7000
Hectares plantados com cana =	4
Hectares plantados com sorgo =	0
Preço Etanol (R\$/l) =	1,1
Taxa de desconto =	12%a.a

Tabela 8: Cálculo do valor presente para o caso 1 da análise 1.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita	30800	30800	30800	30800	30800
Custo	20000	20000	20000	20000	20000
Fluxo de Caixa	10800	10800	10800	10800	10800

Valor Presente = R\$ 38.931,58

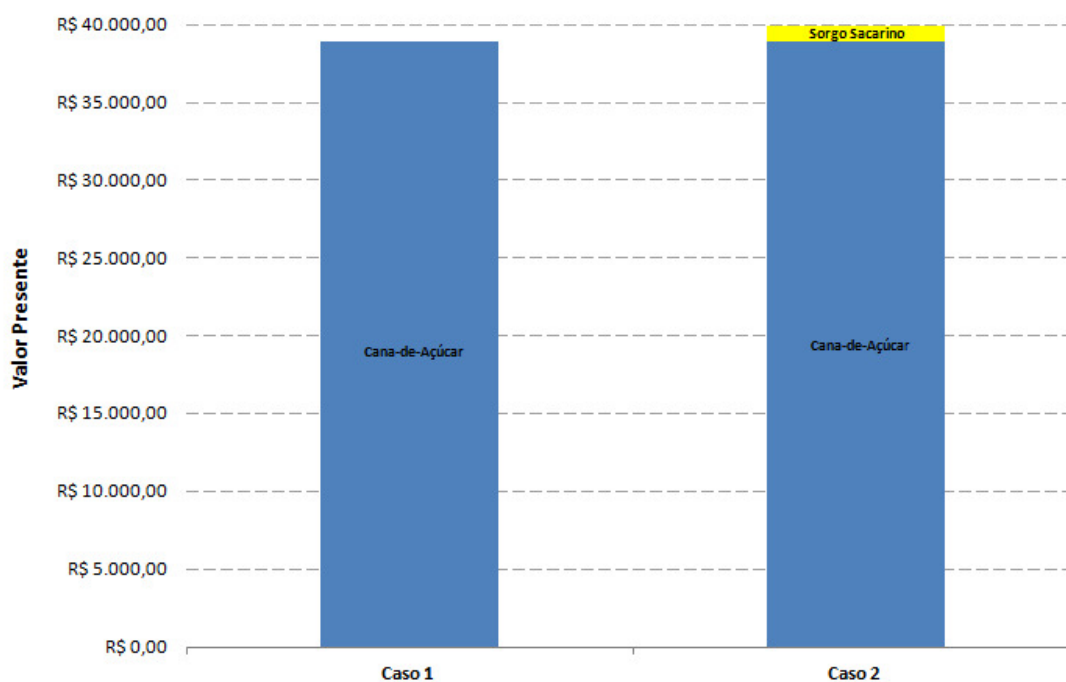
Caso 2	
Custo médio do plantio sorgo (R\$/ha) =	2000
Produtividade em etanol do sorgo (l/ha) =	2500
Custo médio do plantio cana (R\$/ha) =	5000
Produtividade em etanol da cana (l/ha) =	7000
Hectares plantados com cana =	4
Hectares plantados com sorgo =	1
Preço Etanol (R\$/l) =	1,1
Taxa de desconto =	12%a.a

Tabela 9: Cálculo do valor presente para o caso 2 da análise 1.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita	33550	33550	33550	33550	33550
Custo	22000	22000	22000	22000	22000
Fluxo de Caixa	11550	11550	11550	11550	11550

Valor Presente = R\$ 41.635,17

Ganho em Produtividade de Etanol = 36%



Nota-se um aumento de 6,9% no valor presente do caso 2 em relação ao caso 1, o que mostra um benefício para o produtor ao inserir o plantio de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar e um ganho em produtividade em etanol de 36% ao ano.

Análise 2:

Devido à possibilidade de ocorrer variações no rendimento de etanol, por hectare de sorgo plantado, nesta análise foi calculado o valor mínimo de produtividade em etanol, para que seja viável o plantio de sorgo na entressafra da cana:

Caso 1	
Custo médio do plantio sorgo (R\$/ha) =	2000
Produtividade em etanol do sorgo (l/ha) =	2500
Custo médio do plantio cana (R\$/ha) =	5000
Produtividade em etanol da cana (l/ha) =	7000
Hectares plantados com cana =	4
Hectares plantados com sorgo =	0
Preço Etanol (R\$/l) =	1,1
Taxa de desconto =	12%a.a

Tabela 10: Cálculo do valor presente para o caso 1 da análise 2.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita	R\$ 30.800	R\$ 30.800	R\$ 30.800	R\$ 30.800	R\$ 30.800
Custo	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000
Fluxo de Caixa	R\$ 10.800	R\$ 10.800	R\$ 10.800	R\$ 10.800	R\$ 10.800

Valor Presente = R\$ 38.931,58

Caso 2	
Custo médio do plantio sorgo (R\$/ha) =	2000
Produtividade em etanol do sorgo (l/ha) =	1818
Custo médio do plantio cana (R\$/ha) =	5000
Produtividade em etanol da cana (l/ha) =	7000
Hectares plantados com cana =	4
Hectares plantados com sorgo =	1
Preço Etanol (R\$/l) =	1,1
Taxa de desconto =	12%a.a

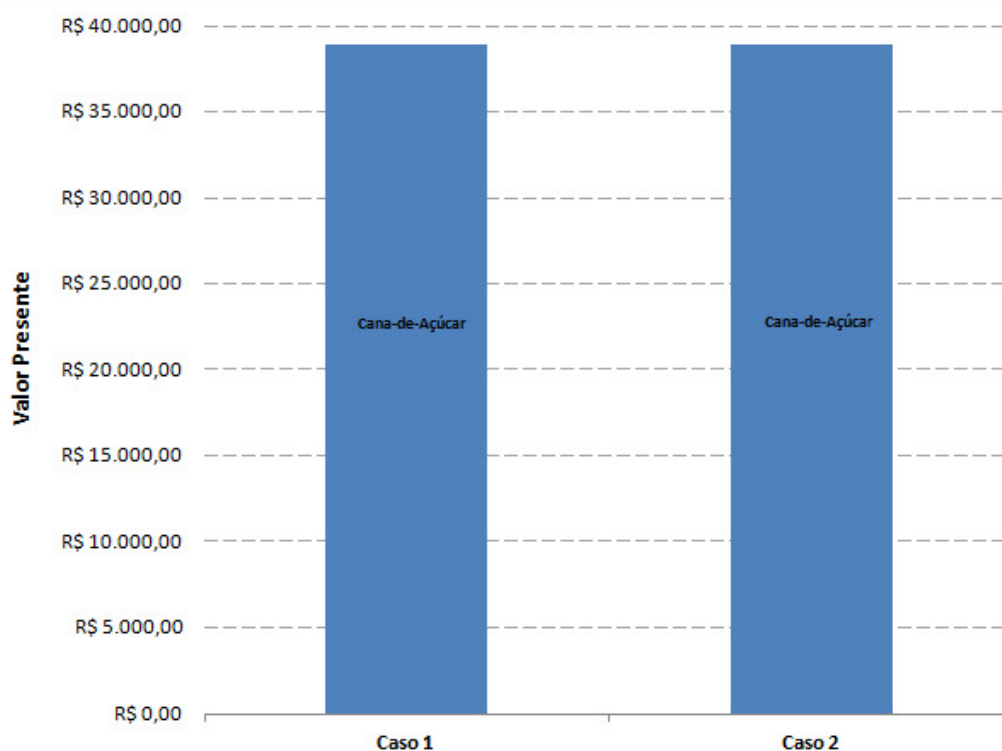
Tabela 11: Cálculo do valor presente para o caso 2 da análise 2.

Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
-------	-------	-------	-------	-------

Receita	32.800	32.800	32.800	32.800	32.800
Custo	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
Fluxo de Caixa	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800

Valor Presente = R\$ 38.931,58

Ganho em Produtividade de Etanol = 26%



É independente para o produtor, inserir a cultura de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar. O aumento em etanol foi 26% maior no caso 2 do que no caso 1.

Análise 3:

Considerando uma produção de 1 500 l/ha de etanol ao ano, tem-se

Caso 1	
Custo médio do plantio sorgo (R\$/ha) =	2000
Produtividade em etanol do sorgo (l/ha) =	2500
Custo médio do plantio cana (R\$/ha) =	5000
Produtividade em etanol da cana (l/ha) =	7000
Hectares plantados com cana =	4
Hectares plantados com sorgo =	0
Preço Etanol (R\$/l) =	1,1
Taxa de desconto =	12%a.a

Tabela 12: Cálculo do valor presente para o caso 1 da análise 3.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita	R\$ 30.800	R\$ 30.800	R\$ 30.800	R\$ 30.800	R\$ 30.800
Custo	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000
Fluxo de Caixa	R\$ 10.800	R\$ 10.800	R\$ 10.800	R\$ 10.800	R\$ 10.800

Valor Presente = R\$ 38.931,58

Caso 2	
Custo médio do plantio sorgo (R\$/ha) =	2000
Produtividade em etanol do sorgo (l/ha) =	1500
Custo médio do plantio cana (R\$/ha) =	5000
Produtividade em etanol da cana (l/ha) =	7000
Hectares plantados com cana =	4
Hectares plantados com sorgo =	1
Preço Etanol (R\$/l) =	1,1
Taxa de desconto =	12%a.a

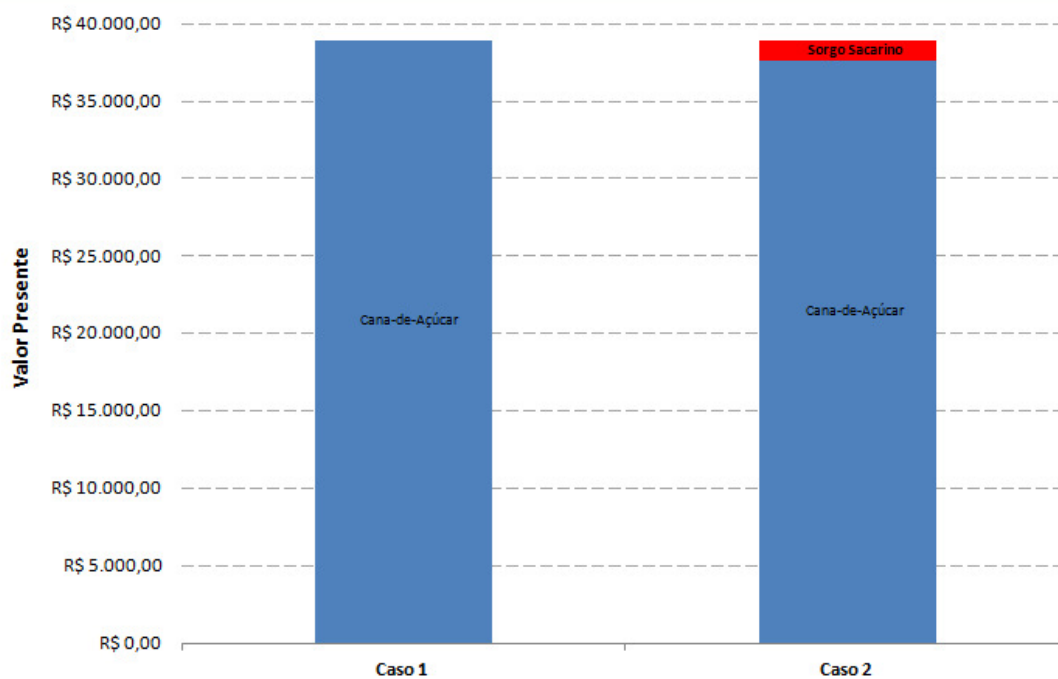
Tabela 13: Cálculo do valor presente para o caso 2 para análise 3.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita	R\$ 32.450	R\$ 32.450	R\$ 32.450	R\$ 32.450	R\$ 32.450
Custo	R\$ 22.000	R\$ 22.000	R\$ 22.000	R\$ 22.000	R\$ 22.000
Fluxo de	R\$ 10.450	R\$ 10.450	R\$ 10.450	R\$ 10.450	R\$ 10.450

Caixa					
-------	--	--	--	--	--

Valor Presente = R\$ 37.669,91

Ganho em Produtividade de Etanol = 21%



Não é vantajoso inserir a cultura do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar quando o rendimento em etanol é pequeno, em torno de 1,5mil l/ha. A produtividade em etanol foi de 21% maior no caso 2 do que no caso 1.

5. CONCLUSÃO

No período entre novembro a março, nem toda área produtora de cana-de-açúcar delimitada pelo produtor é cultivada, pois para uma melhor produtividade da terra, é

importante a sua renovação, no máximo a cada cinco anos, pois o cultivo de uma mesma cultura por muito tempo pode ocasionar problemas de solo e pragas.

A inserção da cultura de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar contribui para que não falte matéria-prima para as usinas sucroalcooleiras, mantendo o etanol a um preço competitivo no mercado, menor serão as despesas com as usinas (com a usina parada, sem produzir) e a terra não ficará improdutiva durante o ano todo (o que poderia diminuir a receita líquida do produtor).

No estudo de caso considerado neste trabalho (que apresenta um quadro teórico para uma dada situação de plantio de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar), para a análise 1, considera-se um benefício para o produtor plantar sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar, pois a região produtora de sorgo (caso 2) apresentou um aumento de 6,9% no valor presente em relação ao caso 1. Na análise 2 e 3, através da avaliação dos casos 1 e 2, é indiferente e não vantajoso, respectivamente, o plantio de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar.

Em termos de produtividade é vantajoso plantar sorgo no caso 2, considerando as 3 análises, visto que houve um ganho em volume de etanol de 36%, 26% e 21%, para as análises 1, 2 e 3, respectivamente. Embora se tenha um aumento em volume de etanol nos 3 cenários estudados, verifica-se que não é rentável plantar sorgo quando sua produtividade em etanol é baixa, em torno de 1,5 mil l/ha.

6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Que este trabalho sirva como um estímulo para trabalhos futuros dentro do tema desenvolvido. Em continuidade para este trabalho, sugere-se realizar um estudo da viabilidade econômica de se implantar microdestilaria de etanol produzido por sorgo sacarino no Vale do Paraíba para pequenos produtores que utilizam esse tipo de cultivo.

7. REFERÊNCIAS

ALMODARES, A., HADI, M.R. **Production of bioethanol from sweet sorghum: A review.** African Journal of Agricultural Research, vol. 4, p. 772-780, Setembro de 2009. Disponível <<http://www.academicjournals.org/AJAR/PDF/pdf%202009/Sep/Almodares%20and%20Hadi.pdf>> Acessado em 25/02/2013 as 19:55hs.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Milho e Sorgo. Cultivo do Sorgo. Setembro, 2008. Ed. 4. Disponível <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/solos_equipa.htm> Acessado em 31/01/2013

MANTOVANI, E.C. **Equipamentos para o manejo do solo.** Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/solos_equipa.htm > Acessado em 25/02/2013.

ORTEGA, E., WATANABE M., CAVALETT, O. **A produção de etanol em micro e mini-destillarias. Laboratório de Engenharia Ecológica.** 2006. Laboratório de Engenharia Ecológica. Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Unicamp. Campinas, 2006. Disponível <http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/mini-usina-Ortega_000xf2i83n02wyiv80soht9hu9eu0yp.pdf> Acessado em 26/02/2013

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Plantio.** Agência de Informação Embrapa.(2005-2007) Disponível <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.html>Acessados em 26/02/2013.

8. BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. **Manejo do solo para cultivo do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. Setembro de 2008. Disponível em < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/solos-manejo.htm > Acessado em 26/02/2013.

CANOVA, M. D. **Biocombustíveis: análise da viabilidade econômica da implantação de microdestilarias de etanol no Rio Grande do Sul**. 2011. 62 f. Diplomação em Engenharia Química. Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36917/000793112.pdf?sequence=1> > Acessado em 25/02/2013.

BRASIL. Cepea: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/SP. Disponível em < <http://cepea.esalq.usp.br/etanol/?page=401&Dias=15> > Acessado em 25/02/2013.

COOPERCITRUS Revista Agropecuária. **Sorgo Sacarino: alternativa para a produção de etanol**. Ano XXVI. nº 312. Outubro de 2012. Disponível em < <http://www.revistacoopercitrus.com.br/?pag=materia&codigo=6329> > Acessado em 27/02/2013

CUNHA, Sandro P.; FILHO, Wolmar A. S. **Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir do sorgo sacarino**. Tecno-lógica, revista do departamento de química e física. Universidade da Santa Cruz do Sul. Santa Cruz - RS. Disponível em: < <http://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/viewFile/1523/1156> > Acessado em 31/01/2013 as 12:40hs.

DURÃES, Frederico O. M. **Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agronômica**. Sorgo Sacarino: tecnologia Agronomica e industrial para alimentos e energia. Agroenergia em Revista. Ano II, nº. 3, p. 7. Agosto de 2011. Disponível em < http://www.cnpae.embrapa.br/imprensa/agroenergia-em-revista/AgroenergiaEmRevista_ed03.pdf > Acessado em 31/01/2013.

FRANÇA, Marta San Juan. **O etanol na encruzilhada**. Revista Unesp Ciência: n.30, p. 18-25, ano 3. Maio de 2012.

GUIDOLIM, M. **Viabilidade do Plantio do Sorgo Sacarino na Entre Safra da Cana-de-Açúcar**. Projeto de Monografia em Administração. Campanha Nacional das Escolas da Comunidade. Faculdade Cenecista de Capivari – FACECAP/CNEC. Capivari – S.P, 2012.

MACEDO, Isaias C. **Situação Atual e Perspectivas do Etanol**. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Unicamp. Campinas, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a11v2159.pdf>> Acessado em 26/02/2013.

MAY, A. **Boas práticas agrícolas para o cultivo de sorgo sacarino**. Sorgo Sacarino: tecnologia Agronomica e industrial para alimentos e energia. Agroenergia em Revista. Ano II, nº 3. P.16-17. Agosto 2011. Disponível<http://www.cnpae.embrapa.br/imprensa/agroenergia-em-revista/AgroenergiaEmRevista_ed03.pdf> Acessado em 31/01/2013

OLIVEIRA, Marcos. **Opção produtiva**. Revista Pesquisa Fapesp: n. 193, p. 62-65. Março de 2012.

QUILHÓ, Luís Filipe Trindade Levita. **Produção de Bioetanol a partir de Materiais Lenho-celulósicos de Sorgo Sacarino: Revisão Bibliográfica**. 2011. 88 f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciência e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011. Disponível em < http://run.unl.pt/bitstream/10362/6641/1/Quilho_2011.pdf > Acessado em 26/02/2013.

SCHROEDER, J. T.; SCHROEDER, I.; COSTA, R. P.; SHINODA, C. **O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento**. Revista Gestão Industrial: v.1, n. 2, p. 33-42. 2005. Disponível em < <http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/revistagi/article/view/163/159> > Acesso em 26/02/2013.

TEIXEIRA, Cyro Gonçalves; JARDINE, José Gilberto and BEISMAN, Darcy Antônio. **Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para**

obtenção de etanol em microdestilaria. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. 1997, vol.17, n.3, pp. 248-251. ISSN 1678-457X. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611997000300011> > acessado em 25/02/2013.

BRASIL. ÚNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Disponível em <<http://www.unicadata.com.br/preco-ao-produtor.php?idMn=42&tipoHistorico=7&acao=visualizar&idTabela=1370&produto=Etanol+hidratado+combust%C3%ADvel&frequencia=Mensal&estado=S%C3%A3o+Paulo>> Acessado em 25/02/2013.