

NOTA SOBRE MÉTODOS DE COLHEITA DO  
SORGO SACARINO PARA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL



NOTA SOBRE MÉTODOS DE COLHEITA DO  
SORGO SACARINO PARA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL

Fernando Paim Costa  
Engº Agrº, MSc

Luiz Roberto Lopes S. Thiago  
Engº Agrº, MSc

Eduardo Simões Corrêa  
Engº Agrº, BS

José Marques da Silva  
Engº Agrº, MSc



EMBRAPA

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte

Campo Grande, MS

ISSN - 0100-9494

Comitê de Publicações

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte  
Rodovia BR - 262, Km 4  
Caixa Postal, 154  
Telefone: (067) 382-3001  
Telex: 672153  
79100 Campo Grande, MS

COSTA, F.P.; THIAGO, L.R.L.S.; CORRÊA, E.S. & SILVA,  
J.M. da.

Nota sobre métodos de colheita do sorgo sacarino para  
produção de álcool. Brasília, DF, EMBRAPA-DID, 1981.  
18p. (EMBRAPA-CNPGC. Boletim de Pesquisa, 01)

1. Sorgo sacarino - Colheita - Métodos. 2. Sorgo  
sacarino- Produção (Etanol). I. Thiago, L.R.L.S., colab.  
II. Corrêa, E.S., colab. III. Silva, J.M. da, colab.  
IV. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Depar-  
tamento de Informação e Documentação, Brasília, DF.  
V. Título. VI. Série.

CDD 633.62



EMBRAPA, 1981

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO/ABSTRACT .....	05
1. INTRODUÇÃO .....	06
2. COLETA DE DADOS .....	07
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	08
3.1. <u>Características da Matéria Prima</u> .....	08
3.2. <u>Produção de Caldo</u> .....	09
3.3. <u>Mão-de-obra</u> .....	09
3.4. <u>Avaliação Econômica</u> .....	10
4. CONCLUSÕES .....	12
5. ANEXOS - TABELAS .....	13
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	18

NOTA SOBRE MÉTODOS DE COLHEITA DO SORGO SACARINO PARA  
PRODUÇÃO DE ÁLCOOL

Fernando Paim Costa<sup>1</sup>, Luiz Roberto Lopes S.Thiago<sup>1</sup>,  
Eduardo Simões Corrêa<sup>1</sup> e José Marques da Silva<sup>1</sup>

RESUMO.- Sorgo sacarino cv. BR 501 foi colhido com e sem folhas para produção de caldo. Devido ao maior custo envolvido com a mão-de-obra, a retirada das folhas mostrou-se anti-econômica. Pesquisas para reduzir estes custos poderiam ser bastante benéficas.

Termos para indexação: sorgo sacarino, colheita, produção, etanol.

A NOTE ON COMPARISON WITH HARVESTING METHODS OF SWEET  
SORGHUM FOR ALCOHOL PRODUCTION

ABSTRACT.- Culms of sweet sorghum cv. BR 501 were harvested with and without leaves for juice production. Because of the higher labor costs the removal of leaves was uneconomical. Research to reduce leaf removal costs would be beneficial.

Index terms: sweet sorghum, harvesting, production, ethanol.

<sup>1</sup>Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte/EMBRAPA, Rod. BR 262, Km 4, Caixa Postal 154, 79100 Campo Grande, MS.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre as diversas matérias-primas renováveis disponíveis para produção de álcool carburante, especial destaque vem sendo dado ao sorgo sacarino. A rapidez do ciclo de produção, as facilidades de mecanização da cultura, o teor relativamente alto de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo e a antecipação da colheita em 4 meses com relação à cana justificam esta posição de destaque (EMBRAPA, 1980).

Ensaio nacionais de sorgo vêm sendo desenvolvidos, coordenados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/EMBRAPA (Sete Lagoas, MG). Os resultados obtidos até o momento evidenciam o potencial desta cultura como matéria-prima para produção de álcool carburante.

O Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte/EMBRAPA, integrado ao Programa Nacional de Pesquisa em Energia, vem desenvolvendo a experiência da interação cana/sorgo para a produção de álcool em microusina. Tal atividade encontra-se ainda em fase de ajuste do processo industrial, sendo que as informações obtidas até agora, de caráter preliminar, não podem ser tomadas como definitivas.

Apesar disso, dada a carência de coeficientes técnicos relativos a microusinas operando com sorgo sacarino, julgou-se relevante divulgar alguns dados obtidos da comparação de dois métodos de colheita do sorgo e conseqüentemente de dois tipos de matéria-prima (colmo

com folhas (CF) e colmo limpo (CL)), comparação esta baseada na hipótese de que o rendimento da moagem seria bastante afetado pela presença ou não de folhas no colmo.

Os dados comparados abrangeram parte do processo produtivo, da colheita até a produção de caldo, compreendendo as tarefas de colheita, moagem e coleta do bagaço, esta última visando sua remoção da área de moagem. As informações referentes ao transporte da matéria-prima ficaram prejudicadas, sendo por isso desconsideradas. Julga-se não ter este ítem muita importância para a análise comparativa, porém pretende-se tomar em conta estas informações em futuro trabalho.

## 2. COLETA DE DADOS

As informações processadas no estudo se referem ao sorgo sacarino var. BR 501 (Brandes) e foram coletadas ao longo de duas jornadas de 8 horas de trabalho, uma para cada método de colheita.

Os números utilizados para estimar a produção por hectare foram previamente levantados na própria área a ser colhida. Nove parcelas de 2 x 3 m (transversais às linhas de plantio e escolhidas ao acaso) tiveram suas plantas cortadas ao nível do solo, sendo este material pesado, separado botanicamente e determinada a matéria seca (Tabelas 1 e 2).

As áreas colhidas não foram fixadas a priori, tendo diferido segundo o rendimento da colheita em cada método. Numa primeira jornada de 8 horas de trabalho colheram-se os colmos com folhas, retirando-se apenas as panículas; na jornada seguinte retiraram-se também as folhas, ficando os colmos limpos.

O desconhecimento do rendimento da mão-de-obra nas diversas tarefas, uma das justificativas para este estudo, gerou a ocorrência de períodos de ociosidade na colheita de colmos com folhas e na moagem de colmos limpos. Em vista disto, os coeficientes foram calculados tomando-se em conta apenas os tempos efetivamente trabalhados ao longo da jornada de 8 horas.

À medida que o processo de produção vá se tornando regular, o pessoal envolvido nas tarefas de campo e de usina será convenientemente dimensionado de forma a dar um equilíbrio na sequência de tarefas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Características da Matéria-Prima

A produção média por hectare para colmos com folhas (Folhas + Colmos) e colmos limpos foi de 24.016 kg e 20.394 kg respectivamente, como pode ser visto na Tabela 1.

As folhas apresentaram um valor médio de 46,1% de matéria seca (Tabela 2). Este estado das folhas, aliado

a sua participação na composição morfológica da planta em 13,4%, possivelmente contribuíram para aumentar a capacidade de retenção de caldo pelo bagaço durante o processo de moagem, influenciando portanto, para uma maior produção relativa dos colmos limpos (Tabela 3). Maior evidência deste fato, nos mostra o teor de umidade determinado no bagaço de colmos com folhas e colmos limpos; 72,9 e 49,0%, respectivamente.

A participação do colmo em 74,7% da composição morfológica da planta, juntamente com o seu baixo teor de matéria seca (21,9%), demonstram o potencial do sorgo sacarino como matéria-prima para produção de álcool.

### 3.2. Produção de Caldo

A moagem resultou em 270 litros de caldo por tonelada de colmos com folhas e 330 litros por tonelada de colmos limpos (Tabela 3). Tais números revelam uma produção 22% maior para colmos limpos, refletida na diferença entre as vazões de caldo na moenda. Considerando-se porém a produção de caldo a partir da massa colhida em 1 hectare, esta diferença se reduz para 4% (6.484 l para CF e 6.730 para CL).

O Brix foi semelhante para as duas matérias-primas, alcançando o valor de 12 graus.

### 3.3. Mão-de-Obra

A Tabela 4 expõe dados relativos aos requerimentos de mão-de-obra a partir de cada método de colheita, em

termos totais, e tendo como base uma área comum (1 ha) ou uma massa comum (1 t).

A limpeza dos colmos implicou num acréscimo significativo de horas-homem (h-h) na colheita, quando comparado com colmos com folhas (52,43 h-h e 36,17 h-h, respectivamente). Entretanto, a área colhida para colmos com folhas foi 64% maior do que aquela para colmos limpos (0,3375 ha e 0,2166 ha, respectivamente).

A mão-de-obra para colheita quando expressa em termos de área e massa colhida, foi 125,9% e 166,1% maior para colmo limpo, respectivamente.

Para moagem e coleta de bagaço, porém, os colmos limpos exigiram menos tempo de trabalho, embora esta redução não tenha sido suficiente para compensar o acréscimo na colheita.

Assim sendo, a mão-de-obra total (para todas tarefas), tendo como base o hectare, foi 71% maior para colmos limpos.

#### 3.4. Avaliação Econômica

Visando comparar os dois métodos de colheita em termos econômicos, computou-se o custo parcial para produzir uma mesma quantidade de caldo, considerando-se aqueles fatores cujo nível de uso foi afetado pelo método de colheita. Tais fatores compreendem a mão-de-obra utilizada na colheita, moagem e coleta do bagaço, bem como a energia elétrica consumida pela moenda. A fixação de uma quantidade de caldo comum implicou em neces-

sidades distintas em termos de área a ser colhida para cada método, sendo também este um fator levado em conta no cálculo do custo parcial.

A Tabela 5 expõe os requerimentos para os fatores anteriormente citados e seus custos para produzir 8000 l de caldo, considerando cada método de colheita (CF e CL).

Nota-se que o processo operando com colmos limpos exigiu uma área de lavoura 4% menor, representando uma economia a seu favor. Quanto à mão-de-obra, ficou mais uma vez evidenciada a disparidade entre a colheita de CF e CL, neste caso com relação a seu custo, 2,18 vezes maior para CL. Já a mão-de-obra gasta nas tarefas de moagem e coleta do bagaço foi aproximadamente 30% mais barata para CL. Considerando-se, porém, a mão-de-obra total para estas operações, CF foi a alternativa mais econômica. O valor do consumo de energia elétrica favoreceu a CL, sendo aproximadamente 70% do valor gasto com CF. Uma síntese destas comparações é dada pelo custo parcial dos 8.000 l de caldo, Cr\$ 74.053,85 para CF e Cr\$ 84.501,31 para CL.

Mudanças na eficiência da colheita de CL e/ou no custo da mão-de-obra utilizada nesta tarefa, principal responsável pelo menor custo de CF, poderiam alterar o resultado encontrado. Para atingir um ponto de indiferença entre CF e CL com relação a esta mão-de-obra, a mesma deveria aumentar sua produtividade em 56% ou reduzir seu custo em 36%.

#### 4. CONCLUSÕES

O colmo limpo apresentou certa superioridade no rendimento em caldo com relação ao colmo com folhas, exigindo assim uma menor área de lavoura para uma mesma produção de caldo. Além disso, implicou num menor custo na moagem (mão-de-obra e energia elétrica) e coleta do bagaço. Tal vantagem não foi, porém, capaz de cobrir o grande acréscimo de custo acarretado pela mão-de-obra necessária na colheita.

Condições de mão-de-obra mais barata e/ou o desenvolvimento de métodos capazes de reduzirem a mão-de-obra empregada na retirada das folhas do colmo poderiam modificar sensivelmente o panorama econômico apresentado. Fica, portanto, como sugestão deste trabalho, que maiores esforços sejam concentrados no estudo desta fase do processo de colheita do sorgo sacarino.

## 5. ANEXOS - TABELAS

TABELA 1. Produção de sorgo sacarino var. Brandes, distribuída entre suas frações botânicas

Amostras	Produção de massa verde						
	Total	Folha		Panícula		Colmo	
	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
1	14.335	1.845	12,87	2.226	15,53	10.264	71,60
2	16.585	2.836	17,10	1.715	10,34	12.034	72,56
3	31.000	4.433	14,30	2.967	9,57	23.600	76,13
4	24.252	2.850	11,75	2.988	12,32	18.415	75,93
5	36.588	4.983	13,62	3.487	9,53	28.122	76,86
6	29.583	3.585	12,12	3.287	11,11	22.711	76,77
7	35.667	5.204	14,59	4.219	11,83	26.244	73,58
8	24.500	2.898	11,83	3.388	13,83	18.213	74,34
9	32.000	3.968	12,40	4.090	12,78	23.942	74,82
Média	27.168	3.622	13,40	3.152	11,87	20.394	74,73
CV (%)	29	31	13	26	17	30	3

TABELA 2. Matéria seca existente na folha, panícula e colmo do sorgo sacarino var. Brandes

Amostras	Percentagem de matéria seca		
	Folha	Panícula	Colmo
1	49,4	84,3	19,6
2	45,7	92,1	26,7
3	42,5	82,7	21,6
4	53,6	81,7	21,9
5	43,8	80,5	23,5
6	45,4	84,3	20,8
7	41,7	81,7	21,3
8	45,0	81,8	20,0
9	47,5	82,2	21,5
Média	46,1	83,5	21,9
CV	8	4	10

TABELA 3. Produção de caldo e outros indicadores da eficiência de moagem do sorgo sacarino var. Brandes, considerados dois processos de colheita: colmo com folhas (CF) e colmo limpo (CL)

Variáveis e indicadores	CF	CL
Material moído (kg)	8.105	4.417
Produção de caldo (l)	2.200	1.450
Produção de bagaço (kg)	5.905	2.967
Relação caldo/material moído (l/t)	270	330
Relação caldo/área colhida (l/ha)	6.484	6.730
Vazão de caldo na moenda (ml/seg)	104	132
°Brix	11,6	12,1
Porcentagem de umidade no bagaço (%)	72,9	49,0

TABELA 4. Mão-de-obra (MO) requerida nas diversas tarefas desde a colheita até a produção de caldo com sorgo sacarino var. Brandes, considerando-se dois processos de colheita: colmo com folhas (CF) e colmo limpo (CL)

Tarefas	MO total (horas-homem)		MO/unidade de área (horas-homem/ha)			MO/unidade de massa (horas-homem/t)		
	CF	CL	CF	CL	$\frac{CL - CF}{CF} \times 100$	CF	CL	$\frac{CL - CF}{CF} \times 100$
Colheita <sup>1</sup>	36,17	52,43	107,17	242,06	125,9	4,46	11,87	166,1
Moagem	13,33	6,13	39,50	28,30	-28,4	1,64	1,39	-15,2
Coleta do bagaço	6,67	3,07	19,76	14,17	-28,3	0,82	0,70	-14,6
T O T A L	56,17	61,63	166,43	284,53	70,96	6,92	13,96	101,73

<sup>1</sup>As áreas colhidas para CF e CL foram respectivamente de 0,3375 e 0,2166 ha.

TABELA 5. Requerimentos em termos de área de lavoura, mão-de-obra e energia elétrica e custo parcial para produzir 8.000 l de caldo, considerando dois métodos de colheita do sorgo sacarino: colmo com folhas (CF) e colmo limpo (CL)

	Uni- dade	Valor unitário (Cr\$) <sup>1</sup>	CF		CL	
			Quantidade utilizada	Valor (Cr\$)	Quantidade utilizada	Valor (Cr\$)
Área de lavoura a ser colhida	ha	40.000,00	1,2338	49.352,00	1,1887	47.548,00
Mão-de-obra colheita	h-h	101,00	132,23	13.355,23	287,74	29.061,74
Mão-de-obra moagem	h-h	148,00	48,59	7.191,32	33,70	4.987,60
Mão-de-obra coleta bagaço	h-h	101,00	24,30	2.454,30	16,97	1.713,97
Energia elétrica moenda	kw	7,00	243	1.701,00	170	1.190,00
Custo parcial	Cr\$	-	-	74.053,85	-	84.501,31

<sup>1</sup> Preços de maio, 1981. Campo Grande, MS.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Brasília DF. Programa Nacional de Pesquisa em Energia. Brasília, Assessoria de Imprensa de Relações Públicas, 1980. 42p.