

UFV	BIBLIOTECA	BBT	DEPO	RG000350000
	CLASSIFICACAO T 664.1228 / P659p			
TITULO Producao de melado a partir de caldo de ca				
				
95288		BBT		

GERALDO LUIZ PINTO

PRODUÇÃO DE MELADO A PARTIR
DE CALDO DE CANA



Tese apresentada à Universi
dade Federal de Viçosa, como par
te das exigências do curso de
Ciência e Tecnologia de Alimen
tos, para obtenção do Grau de
"Magister Scientiae".

Prof. João Paulo Passos Calves

Prof. Gostinho Estácio Albuquerque

Prof. Vicente de Paula Pereira

T
664.1228
P659p
1982
v.1

VIÇOSA - MINAS GERAIS
1982

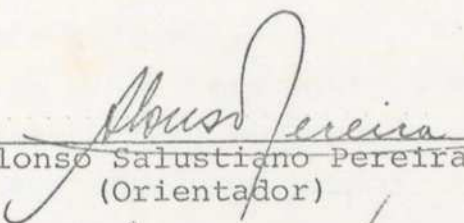
DOAÇÃO

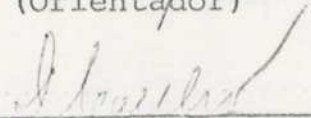
PRODUÇÃO DE MELADO A PARTIR
DE CALDO DE CANA

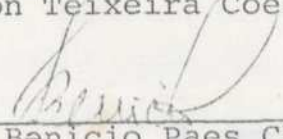
Por

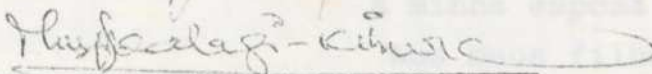
GERALDO LUIZ PINTO

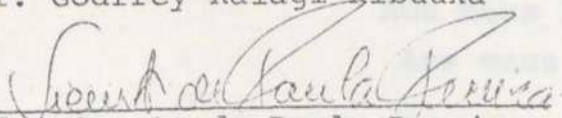
APROVADA:


Prof. Alonso Salustiano Pereira
(Orientador)


Prof. Dilson Teixeira Coelho


Prof. Jose Benicio Paes Chaves


Prof. Godfrey Kalagi Kibuuka


Prof. Vicente de Paula Pereira

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência.

Ao Prof. José Macedo de Moraes, pelo incentivo.

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Prof. Alonzo Sebastião Pereira, orientador, pela ajuda nas diversas etapas do trabalho.

Aos Profs. Dilson Teodoro Coelho, Vicente de Paula Pereira, Godfrey Zalagá Kibuka, Maria das Dores C. Ferreira, pela ajuda e incentivo.

Ao Prof. José Percício P. Chaves, pela inestimável ajuda na análise estatística dos resultados.

Aos demais colegas do OPA, pela ajuda moral recebida.

A todos os funcionários do OPA que tiveram participação direta ou indireta na realização do trabalho.

Ao funcionário do Departamento de Fitotecnia, José Brás, pela colaboração.

À memória de meus pais;

À minha esposa Tereza;

Aos meus filhos Gê, Tri e Dadado;

Aos meus irmãos;

Aos meus parentes.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência.

Ao Prof. José Marcondes Borges, pelo incentivo.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Prof. Alonso Salustiano Pereira, orientador, pela ajuda nas diversas etapas do trabalho.

Aos Profs. Dilson Teixeira Coelho, Vicente de Paula Pereira, Godfrey Kalagi Kibuuka, Maria das Dores C. Ferreira, pela ajuda e incentivo.

Ao Prof. José Benício P. Chaves, pela inestimável ajuda na análise estatística dos resultados.

Aos demais colegas do DTA, pela ajuda moral recebida.

A todos os funcionários do DTA que tiveram participação direta ou indireta na realização do trabalho.

Ao funcionário do Departamento de Fitotecnia, José Brás, pela colaboração prestada.

À paciência de minha querida esposa, Maria Aparecida Lopes Pinto (Tereza), e à ajuda de meus adoráveis filhos Geraldo Luiz, Patrícia e Eduardo.

BIOGRAFIA DO AUTOR

GERALDO LUIZ PINTO, filho de José Luiz Pinto e Orsina Maria dos Santos, nasceu em Luz-MG, aos 23 dias do mês de maio de 1936.

Em 1954, completou o 1º Grau no Ginásio São Geraldo, em Divinópolis. Em 1957, no Colégio Dom Silvério de Sete Lagoas e na Academia de Comércio em Juiz de Fora, concluiu o 2º Grau.

Ingressou na Escola Superior de Agricultura de Viçosa (UREMG), em 1959, graduando-se em Engenharia Agrônômica, em 15 de dezembro de 1962.

Contratado por esta mesma escola, iniciou suas atividades na Seção de Tecnologia Agrícola, em 15 de janeiro de 1963, como Auxiliar de Ensino.

Em 1965, ausentou-se da Universidade, a fim de fazer curso de especialização em Tecnologia de Alimentos, em Valencia - Espanha, onde permaneceu por um ano.

Por meio de concursos, foi promovido em 1967 a Professor Assistente, em 1976 a Professor Adjunto I e em 1978 a Adjunto II.

Como Professor, ocupou vários cargos administrativos. Fez parte de diversas comissões e publicou vários trabalhos e apostilas.

Em março de 1976, iniciou seus estudos com vistas à obtenção do grau de M.S. em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

CONTEÚDO

4.1. Clarificação do caldo de cana	14
4.2. Hidrólise do caldo de cana	15
4.3. Análise do melado	18
5. RESUMO E CONCLUSÕES	23
6. RECOMENDAÇÕES	Página 27
LISTA DE QUADROS	vi
EXTRATO	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Produção de mel de engenho (Melado)	4
2.2. Clarificação do caldo de cana para a produção de mel de engenho	6
2.3. Influência da acidez na inversão da sacarose ..	7
2.4. Características do produto acabado	8
3. MATERIAL E MÉTODO	10
3.1. Obtenção da matéria-prima	10
3.2. Clarificação do caldo	10
3.3. Determinação da melhor dosagem para cada agente inversivo	11
3.4. Elaboração do melado	12
3.5. Análise do produto	13
3.6. Análise estatística dos resultados obtidos	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14

LISTA DE QUADROS

4.1. Clarificação do caldo de cana	14
4.2. Hidrólise do caldo de cana	15
4.3. Análise do melado	18
5. RESUMO E CONCLUSÕES	25
6. RECOMENDAÇÕES	27
7. LITERATURA CITADA	29
8. APÊNDICE	32

1	Efeito da concentração de $Na_2S_2O_4$ na clarificação do caldo de cana	16
2	Efeito dos ácidos tartárico, cítrico e oxalúrico na hidrólise da sacarose do caldo de cana	16
3	Efeito da concentração final, tempo de estocagem e agente de inversão sobre o pH do melado	19
4	Ordem de inversão final de concentração para cada tratamento inversivo	20
5	Comparação das médias da porcentagem de açúcares redutores, em função do agente de inversão e tempo de estocagem do melado	21
6	Comparação das médias da porcentagem de açúcares redutores, em relação ao tempo de estocagem e concentração	22
7	Comparação das médias da relação de inversão em relação ao tempo de estocagem e agente de inversão	23
8	Comparação das médias da relação de inversão	23

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Efeito da concentração de $Na_2S_2O_4$ na clarificação do caldo de cana	14
2	Efeito dos ácidos fosfórico, cítrico e clorídrico na hidrólise da sacarose do caldo de cana ..	16
3	Efeito da concentração final, tempo de estocagem e agente de inversão sobre o pH do melado .	19
4	°Brix médio ao final de concentração para cada tratamento inversivo	20
5	Comparação das médias da porcentagem de açúcares redutores, em função do agente de inversão e tempo de estocagem do melado	21
6	Comparação de médias da porcentagem de açúcares redutores, em relação ao tempo de estocagem e concentração média do melado	22
7	Comparação das médias da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial do melado, em relação aos agentes de inversão	23
8	Comparação das médias da raiz quadrada das no-	

QUADRO

Página

	tas da avaliação sensorial do melado, em relação à concentração e período de estocagem do melado	24
1A	Resumo das análises de variância do volume de precipitado no caldo de cana	33
2A	Valores de pH do melado em diferentes concentrações, tempo de estocagem e agente de inversão do caldo	33
3A	Resumo da análise de variância do pH do melado.	34
4A	Graus Brix do melado obtido durante o período de estocagem, de acordo com diferentes agentes de inversão	34
5A	Porcentagem de açúcares redutores do melado em diferentes concentrações, tempo de estocagem e agente de inversão do caldo	35
6A	Resumo da análise de variância da porcentagem de açúcares redutores do melado	36
7A	Valores das notas por dez provadores com duas repetições para cada tratamento no teste de preferência do melado	37
8A	Resumo da análise de variância da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial do melado	38

EXTRATO

PINTO, Geraldo Luiz, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1982. Produção de melado a partir de caldo de cana. Professor Orientador: Alonso Salustiano Pereira. Professores Conselheiros: Dilson Teixeira Coelho, Godfrey Kalagi Kibuuka e José Benício Paes Chaves.

Realizou-se no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa um experimento, com vistas à obtenção de melado a partir de caldo de cana, para consumo humano e para uso industrial.

O caldo de cana foi inicialmente submetido a um tratamento com hidrossulfito de sódio nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 g/litro com a finalidade de selecionar aquela que garantisse melhor clarificação. A fase seguinte consistiu em selecionar, para cada agente inversivo: ácido clorídrico em solução a 25% (2, 4, 6, 8 e 10 ml/litro), ácido fosfórico em solução a 50% (5; 10; 15; 20 e 25 ml/litro) e ácido cítrico em solução a 80% (10; 15; 20; 25 e 30 ml/litro), a dosagem que garantisse alto índice de inversão. O caldo clarificado e tratado com a dosagem selecionada, para cada ácido, foi submetido à evaporação, em tachos de cobre aquecido por vapor, até concentração de 65^oBrix, quando se fez a correção da acidez para pH 4,5, empregando-se solução normal de hidróxido de sódio. A concentração prosseguiu e, aos 70^oBrix, retiraram-se

as primeiras amostras, enquanto as demais retiradas aos 75 e 80°Brix. O produto acabado foi analisado aos zero, 30 e 60 dias de estocagem para pH, concentração em °Brix, porcentagem de açúcares redutores expressos em glicose e teste de preferência de um painel formado de 10 provadores, que classificaram as amostras segundo uma escala hedônica de 9 pontos.

A análise dos resultados mostrou que o pH não foi influenciado ($P < 0,05$) nem pela concentração do melado nem pelo período de estocagem. Observou-se também que a porcentagem de açúcares redutores foi menor para o melado tratado com ácido cítrico aos zero dias de estocagem, não havendo diferença ($P < 0,05$) desta porcentagem dos outros dois agentes aos 30 dias, havendo aos 60 dias de estocagem, ligeiro aumento para o ácido clorídrico, em relação aos ácidos cítrico e fosfórico. Com relação à preferência dos provadores pelo produto, verificou-se que a diferença não foi significativa ($P < 0,05$) entre o melado tratado com o ácido clorídrico e o fosfórico, ficando o cítrico em segunda preferência.

Pelo presente trabalho, pode-se concluir que:

- a - Para a clarificação do caldo de cana, a concentração de 0,2 g/litro de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ foi a que apresentou, melhor resultado.
- b - Para a inversão da sacarose do caldo de cana, as dosagens de 5; 20 e 10 ml/litro de ácido fosfórico, cítrico e clorídrico, respectivamente, foram as que proporcionaram maiores poderes de inversão.
- c - A avaliação sensorial mostrou igual preferência pelos produtos tratados com ácido clorídrico e fosfórico, enquanto que para o cítrico teve menor preferência.
- d - Dos três níveis de concentração do melado testados, 70, 75 e 80°Brix, houve preferência pelo maior.

1. INTRODUÇÃO

Chama-se de melado ou mel de engenho, ao caldo de cana evaporado e concentrado até à consistência de xarope em estado incristalizável, com uma concentração não superior a 74°Brix (17). O termo melado não deve ser confundido com melaço, subproduto da indústria de açúcar cristal. A produção de melado em escala comercial teve início em Cuba por volta de 1925, com vistas a minimizar os prejuízos advindos da comercialização do açúcar. Em 1935, a produção de melado naquele país atingiu a cifra de 206.142.451,155 litros (6). No Brasil, a fabricação desse alimento, particularmente apreciado e nutritivo, é feita em pequena escala, com o propósito de atender, na maioria das vezes, ao consumo doméstico. Para as pequenas propriedades rurais é a maneira mais lucrativa de beneficiar a cana, uma vez que o processo de fabricação envolve equipamentos simples e em pequeno número, com técnicas também simples e mão-de-obra relativamente barata.

Durante o processo de elaboração de melado, as impurezas e sedimentos do caldo de cana são eliminados. Os açúcares resultantes da inversão da sacarose bem como os demais componentes sofrem concentração de quatro a seis vezes em relação ao caldo fresco, ficando o melado com constituintes de melhor qualidade e em quantidades superiores ao do caldo de cana (3).

O melado é um produto alimentar de primeira ordem e por esta razão é usado em diversas regiões do Brasil e do mundo. Cada 100 gramas de melado fornecem ao organismo cerca de 300 calorias, além de encerrar também grande quantidade de

sais minerais e vitaminas (17). É produto de cor clara, organo lepticamente semelhante ao mel de abelha e de sabor bastante agradável ao paladar familiarizado com os principais derivados de cana-de-açúcar (3). O uso do melado é muito variado, constituindo tradição e costume de cada região. No Nordeste, é usado em mistura com queijo ralado ou farinha; em outras regiões é mais apreciado quando servido com biscoitos, bolos ou ainda com inhame, mandioca e até mesmo com farinha de mandioca ou puro (3).

Nos Estados Unidos, até a década de 40, a cultura da cana-de-açúcar nos Estados do Texas, Mississippe, Georgia, Alabama, Arkansas e Carolina do Sul, visava, quase tão somente, à produção de mel de engenho (3).

Embora não se disponha de dados estatísticos sobre a produção, sabe-se que parte do melado produzido pelas pequenas indústrias do Nordeste Brasileiro se destina à exportação, principalmente para os Estados Unidos.

O melado é também utilizado para a confecção de variados tipos de produtos de confeitaria, bebidas, balas e até mesmo substituto do xarope, líquido de acondicionamento para alguns tipos de conservas (12).

Há de se considerar também que com o redimensionamento das potencialidades energéticas do País, o melaço, subproduto da usina açucareira, é totalmente desviado para a produção de álcool combustível. Assim sendo, o setor da pecuária de corte e leiteira ficou privado desta fonte energética, veículo para uréia. O melado, que poderia ser produzido nas próprias fazendas, seria o substituto do melaço. Outro setor que poderá ser beneficiado é o da indústria fermentativa, uma vez que o melado produzido a grandes distâncias (acima de 25 km) poderá ser economicamente transportado para ser utilizado em destilarias, ampliando assim o período de funcionamento das mesmas que, em média, é de 150 dias por ano (11),

Tem se verificado nos últimos anos um interesse

crescente por parte de produtores autônomos e cooperativas, no tocante à industrialização da cana na pequena indústria.

Não foi encontrado na literatura revisada nenhum processo técnico sobre elaboração de melado a partir do caldo de cana. Alguns trabalhos estrangeiros (5, 7, 8, 12, 14) descrevem técnicas para se produzir "xarope de açúcar" ou "açúcar líquido", a partir do açúcar cristal.

Em virtude da escassês de informações sobre o assunto, e principalmente em razão da inexistência de pesquisas no Brasil (16), o presente trabalho teve por objetivo o estudo da clarificação e da inversão da sacarose do caldo de cana, para obtenção do melado destinado ao consumo humano, industrial e da pecuária.

A sacarose, popularmente conhecida como açúcar branco refinado, é representada pela fórmula estrutural:



[α-D-glicopiranosídeo]

[β-D-frutofuranose]

e pela fórmula empírica $C_{12}H_{22}O_{11}$ (17). A sacarose é bastante estável em ambiente seco mas é facilmente decomposta ou hidrolisada, quando em solução e submetida a aquecimento em meio ácido. A decomposição é conhecida como reação de "inversão" da sacarose, estequiometricamente expressa da seguinte maneira:

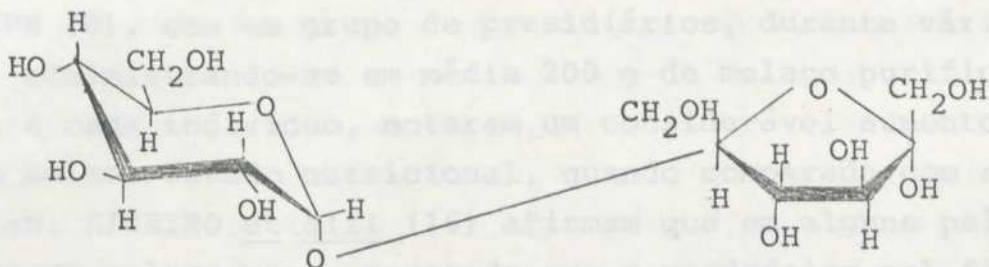


2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção de mel de engenho (melado)

O termo melado, empregado para caracterizar o xarope obtido pela evaporação do caldo de cana, a fogo direto ou a vapor até a concentração de 71 a 74^oBrix, não deve ser confundido com melaço, subproduto da indústria do açúcar cristal (3, 17).

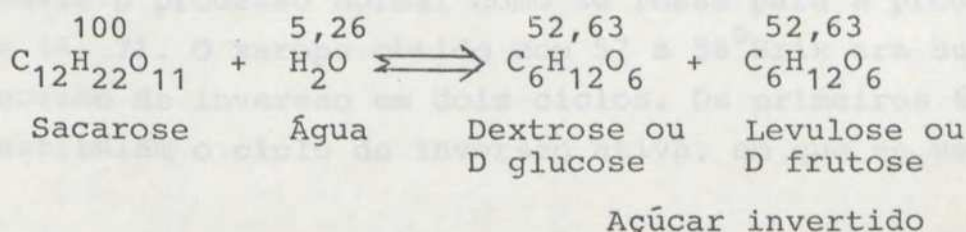
A sacarose, popularmente conhecida como açúcar cristal ou refinado, é representada pela fórmula estrutural:



[α -D-glucopiranosídeo]

[α -D-frutofuranose]

e pela fórmula empírica $C_{12}H_{22}O_{11}$ (12). A sacarose é bastante estável em ambiente seco mas é facilmente decomposta ou hidrolisada, quando em solução e submetida a aquecimento em meio ácido. A decomposição é conhecida como reação de "inversão da sacarose", estequiometricamente expressa da seguinte maneira:



Esta reação é usada frequentemente na preparação de alimentos, com o objetivo de alterar as propriedades da sacarose. JUNK e PANCOAST (12) mencionam uma série de vantagens técnicas, econômicas e microbiológicas do "açúcar líquido invertido", quando comparado com o açúcar cristal. Nos Estados Unidos, a indústria de açúcar invertido se encontra em grau de desenvolvimento bastante elevado, tendo como matéria-prima o amido de milho (12).

Na Alemanha, elaborou-se por muito tempo mel de abelha artificial. O processo consistia, segundo FAIRRIE (5), na inversão da sacarose pelo ácido fórmico, e o produto final sofria aromatização com diversos tipos de aromas florais.

Diversas técnicas foram tentadas por GEERLIGS e GORKUM (8), no sentido de submeter o melaço a uma purificação parcial, com o objetivo de torná-lo adequado também ao consumo humano. Experimentos realizados na Louisiana por GEERLIGS e GORKUM (8), com um grupo de presidiários, durante várias semanas, administrando-se em média 200 g de melaço purificado, por dia, a cada indivíduo, notaram um considerável aumento de peso e um melhor estado nutricional, quando comparado com as testemunhas. RIBEIRO et alii (16) afirmam que em alguns países se obtém um melaço menos esgotado que o verdadeiro mel final, e que tem seu emprego largamente garantido em diversos tipos de alimentos de consumo humano tais como: massas, biscoitos, bebidas e principalmente para o consumo de mesa e na indústria de conservas.

FERRER (6), trabalhando em Cuba, na produção de melado a partir do caldo de cana, utilizou a seguinte técnica: após a clarificação do caldo pelo emprego de leite de cal, seguiu-se o processo normal como se fosse para a produção de açúcar (6, 7). O xarope obtido com 57 a 58^oBrix era submetido ao processo de inversão em dois ciclos. Os primeiros 60 minutos constituíam o ciclo de inversão ativa, em que se usava mistura

de ácido sulfúrico, diluição 1:4 na proporção de 3,2 a 3,8 litros da solução, para 3.785 litros de xarope. O segundo ciclo, chamado de inversão de repouso, consistia em manter o xarope em repouso a uma temperatura de aproximadamente 65°C, por 22 a 24 horas. Após este período, o xarope era levado aos tachos de concentração onde se fazia a neutralização com leite de cal, e este era concentrado de acordo com as exigências dos compradores.

2.2. Clarificação do caldo de cana para a produção de mel de engenho.

Diversos autores são unânimes em afirmar sobre a necessidade de se promover a clarificação do caldo, com vistas à obtenção de produto de qualidade. BAYMA (4) diz que uma boa clarificação do caldo, tal qual na fabricação de açúcar, é de vital importância para se conseguir um xarope bem limpo, o que facilita o trabalho de evaporação além de resultar num melado de melhor qualidade do ponto de vista organoléptico. BARNES (2) tem a mesma opinião sobre a clarificação do caldo, com vistas à obtenção de produto de qualidade. Em ensaios realizados, ele utilizou leite de cal em concentrações variadas, concluindo que a melhor dosagem do leite de cal foi aquela que forneceu um caldo com pH 6,0. Diversos trabalhos (4, 5, 8, 10, 13, 14, 18) descrevem métodos de clarificação do caldo na usina açucareira, empregando basicamente o ácido sulfuroso (sulfitação) e, posteriormente, o leite de cal (calagem).

O uso de "Blankit", ou hidrossulfito de sódio, tem o mesmo efeito clarificador que a sulfitação, afirmam GEERLIGS e GORKUM (8), e por se tratar de um agente neutro, não há a formação de vapores ácidos no momento de seu uso. SILVEIRA (17), descrevendo a fabricação de melado caseiro, preconiza o uso de "Blankit" e GEERLIGS e GORKUM (8) afirmam que a ação

do hidrossulfito de sódio é mais enérgica que a do ácido sulfuroso. Entretanto, nenhuma referência consultada mencionou dosagens ou estabeleceu proporções de hidrossulfito para a clarificação do caldo.

2.3. Influência da acidez na inversão da sacarose.

O preparo de açúcar invertido pela ação de ácidos sobre a sacarose foi primeiro patenteado por Charles & Gorton, em 1959 (6). Em resumo, o método consistia em adicionar ácido diluído a uma solução aquecida de açúcar. A mistura era agitada e mantida por determinado tempo à temperatura de 93°C.

LYLE (14), referindo-se à inversão da sacarose em meio ácido, observou que é mais conveniente trabalhar em meios levemente alcalinizados, uma vez que é preferível uma pequena perda de açúcar invertido do caldo de cana que perdas de sacarose pela inversão em meio ácido.

A maior parte da inversão da sacarose ocorre durante a evaporação do caldo (14). A taxa de inversão é influenciada pela temperatura, acidez e concentração de sacarose. Davies, citado por BARNES (2), afirma que a quantidade de ácido exigida é de aproximadamente uma parte para 6.000 de caldo, podendo haver variações conforme o ácido empregado e de acordo com outras condições.

A ação dos ácidos na inversão, de acordo com trabalhos desenvolvidos por GEERLIGS e GORKUM (8), varia consideravelmente. A inversão será tanto mais rápida quanto maior forem a concentração e a temperatura. Assim é que, a 68°C a adição de 10% de uma solução de ácido clorídrico a 28% p/p inverte em poucos minutos a sacarose de uma solução a 25% (8).

O poder de inversão de diversos ácidos foi deter

minado por Ostwald, onde o ácido clorídrico foi tomado com o poder de inversão igual a 100 (7).

JUNK e PANCOAST (12) afirmam que a força de inversão de um ácido varia numa proporção direta de seu grau de ionização. O mesmo autor realça a importância de se compatibilizar o agente de inversão com o produto acabado, e indica os ácidos fosfórico e cítrico, uma vez que os mesmos são componentes de alimentos comestíveis. Comercialmente, o ácido clorídrico é usado em virtude de seu alto poder de inversão e, por ter a vantagem de, ao ser neutralizado com hidróxido de sódio, produzir uma molécula de água e uma de cloreto de sódio. FERRER (6) afirma em suas investigações que a inversão da sacarose depende de três fatores: ácido, temperatura e tempo. Quando se reduz um desses fatores há necessidade de se aumentar os outros, e os dois primeiros têm seus parâmetros limitados posto que o ácido representa um fator de economia e o aumento da temperatura, acima do normal, representa perda de açúcares totais por caramelização. O aumento da temperatura, segundo FERRER, (6) produz um acentuado aumento no poder de inversão pelos ácidos. JUNK e PANCOAST (12) confirmaram a influência da temperatura na inversão da sacarose e apontaram também a concentração de ácidos como um outro fator extremamente importante.

JUNK e PANCOAST (12) descrevem processos para obtenção de xarope de sacarose empregando ácido tartárico e clorídrico em concentrações e temperaturas distintas para cada agente de inversão e fazendo a neutralização do produto final com bicarbonato de sódio.

2.4. Características do produto acabado.

RIBEIRO et alii (16) afirmam que, em média, o melado contém 28% de água, 67% de açúcar, 2% de minerais e 3% de substâncias orgânicas não açucaradas. SILVEIRA (17) e BAYMA

(4) recomendam para o melado uma concentração final de 73 a 74^oBrix, enquanto FERRER (6) acha que para melhor conservação do produto esta deve estar na faixa de 85 a 86^oBrix, visto que, quando o melado é depositado em grandes tanques, percebe-se um cheiro característico de álcool, o que é mais intenso nos melados de baixa concentração. Sabe-se que o melado é produto de fácil fermentação, quando a concentração é muito baixa.

FERRER (6) observou ainda que melados produzidos com inversão ácida são naturalmente mais ácidos, e esta acidez influi, também, na sua conservação. A correção da acidez com hidróxido de cálcio, até pH 6,5, tem seus inconvenientes devido à reação de Maillard, ocasionando perdas. Destarte, é preferível a não neutralização ou uma correção parcial da acidez.

BAYMA (3) recomenda que o melado, após a concentração, seja resfriado fora do recipiente de concentração, até a uma temperatura de 88 a 90^oC, para então ser acondicionado.

3.2. Clarificação do caldo.

O clarificante empregado foi o hidrossulfato de sódio, comercialmente conhecido por "Blankit". Trata-se de um pó branco, de fórmula química $Na_2S_2O_3$, altamente solúvel em água (5, 8). As concentrações empregadas nos testes de clarificação foram: 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 g por litro de caldo de cana.

Foram utilizados dois litros de caldo por tratamento, em quatro repetições, obedecendo-se ao seguinte roteiro:
 a - O caldo foi aquecido com vapor, em tacho de cobre, tendo-se o cuidado de remover a espuma formada antes do caldo entrar em ebulição.

b - Adição de hidrossulfato de sódio (em pó).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nos laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos e de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se, como matéria-prima, caldo de cana de diversas variedades CB, produzidas pelo Departamento de Fitotecnia no próprio "campus" universitário.

3.1. Obtenção da matéria-prima.

As canas, contendo no mínimo 18% de sólidos solúveis, foram cortadas e imediatamente moídas. O caldo foi coado em peneira de náilon com 1,00 mm de abertura, e o seu valor de pH determinado conforme método descrito por OITICA (15).

3.2. Clarificação do caldo.

O clarificante empregado foi o hidrossulfito de sódio, comercialmente conhecido por "Blankit". Trata-se de um pó branco, de fórmula química $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, altamente solúvel em água (5, 8). As concentrações empregadas nos testes de clarificação foram: 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 g por litro de caldo de cana.

Foram utilizados dois litros de caldo por tratamento, em quatro repetições, obedecendo-se ao seguinte roteiro:

- O caldo foi aquecido com vapor, em tacho de cobre, tendo-se o cuidado de remover a espuma momentos antes do caldo entrar em ebulição.

- Adição de hidrossulfito de sódio (em pó).

- c - Fervura por 30 a 60 segundos.
- d - Transferência de caldo quente para proveta graduada de 2 litros.
- e - Repouso pelo período de três horas, avaliando-se visualmente a proporção de flóculos no final desse período de clarificação e o volume (ml) de borra decantada. Para facilitar as avaliações, foi empregado um foco luminoso colocado atrás das provetas.
- f - Determinação do valor de pH no caldo clarificado.

3.3. Determinação da melhor dosagem para cada agente inversivo.

Selecionada a melhor dosagem do clarificante, passou-se à fase seguinte que foi a de determinação da melhor dosagem para cada agente de inversão. Em se tratando de produto que se destina principalmente ao consumo humano, e com base na observação de JUNK e PANCOAST (12), referente à necessidade da compatibilidade do agente de inversão com o produto acabado, e ainda considerando informações fornecidas por pequenos fabricantes de melado, optou-se pelo emprego dos ácidos fosfórico, cítrico e clorídrico, este último devido ao seu alto poder de inversão. Ensaio preliminares, apoiados em informações obtidas na literatura (2), permitiram formular as dosagens empregadas:

- . Ácido fosfórico em solução a 50% - 5; 10; 15; 20 e 25 ml por litro de caldo clarificado.
- . Ácido cítrico em solução a 80% - 10; 15; 20; 25 e 30 ml por litro de caldo clarificado.
- . Ácido clorídrico em solução a 25% - 2; 4; 6; 8 e 10 ml por litro de caldo clarificado.

A sequência das operações empregadas para a inversão da sacarose do caldo de cana e sua análise foi a seguinte:

- a - Determinação do valor de pH no caldo de cana.
- b - Clarificação de três litros de caldo conforme maneira já descrita.
- c - Adição do agente inversivo, homogeneização do caldo e retirada de amostra para determinação do valor de pH.
- d - Evaporação em tacho de cobre, até 65^oBrix.
- e - Correção da acidez livre para pH 4,5, utilizando-se da solução normal de hidróxido de sódio.
- f - Concentração até 70 Brix.
- g - Acondicionamento, empregando-se copos de vidro do tipo semicanelado, com capacidade para 190 ml. O produto foi acondicionado a uma temperatura de 95^oC.
- h - Fechamento hermético, inversão do recipiente por um minuto e resfriamento com jatos de água, até a uma temperatura de 37 a 40^oC.
- i - Análise de açúcares redutores pelo método Eynon-Lane, descrito por OITICA (15). Fez-se análise de todos os tratamentos em duas repetições, perfazendo um total de 18 amostras.

3.4. Elaboração do melado.

Selecionada a melhor dosagem para cada agente inversivo, passou-se à terceira e última fase do trabalho, a de elaboração do produto final. O produto foi elaborado segundo o roteiro que se segue, usando trinta litros de caldo bruto para cada teste.

- a - Clarificação do caldo, conforme método descrito em 3.2.
- b - Inversão de sacarose, empregando-se processo descrito em 3.3.
- c - Ao atingir a concentração de 70^oBrix retiraram-se as primeiras amostras (cinco). As outras foram retiradas com 75 e 80^oBrix, sendo as operações finais conduzidas de maneira semelhante às já descritas no final do item 3.3.

d - Armazenamento do produto em condições ambiente.

3.5. Análise do produto.

No dia seguinte ao da fabricação do produto e aos 30 e 60 dias de armazenamento, o produto foi analisado para pH, Brix e açúcares redutores, conforme técnicas descritas por OITICA (15) e avaliado sensorialmente por um painel de provadores constituído de dez provadores, de ambos os sexos.

O produto foi submetido a julgamento pelo painel de provadores, em sua forma natural (1).

As amostras, codificadas com letras e números, foram servidas aos provadores que assinalavam, em ficha própria, a preferência pelo produto. Testou-se cada uma das amostras nas três concentrações estabelecidas e em duas repetições. As notas usadas para as avaliações foram as seguintes:

9 - Excelente	4 - Menos que aceitável
8 - Muito bom	3 - Desagrável
7 - Bom	2 - Ruim
6 - Mais que aceitável	1 - Péssimo
5 - Aceitável	

3.6. Análise estatística dos resultados obtidos.

O experimento foi executado segundo o delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial (9). Os fatores foram: agentes de inversão - ácido fosfórico, cítrico e clorídrico, concentração do melado em três níveis (70, 75 e 80^oBrix) e tempo de estocagem do melado em três níveis (0, 30 e 60 dias), com duas repetições.

Os resultados da avaliação sensorial foram analisados segundo o mesmo esquema fatorial em blocos casualizados, por dez provadores considerados como blocos, utilizando a transformação em raiz quadrada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Clarificação do caldo de cana.

O Quadro 1 apresenta as médias dos resultados de proporção de flóculos em suspensão e do volume de precipitado, em função das diferentes concentrações do clarificante $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ empregado.

Quadro 1 - Efeito da concentração de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ na clarificação do caldo de cana

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ g/l	Proporção de flóculos em suspensão v/v	Volume de precipitado-ml*	pH do Caldo	
			Natural	c/Clarificante
0,1	+++	11,25 a	5,35	5,34
0,2	+	13,00 a	5,35	5,36
0,3	+	13,00 a	5,36	5,36
0,4	++	11,00 a	5,33	5,33

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

*Precipitado de um volume de 2 litros de caldo.

Como se pode observar no Quadro 1, os tratamentos nas concentrações de 0,1 e 0,4 g/l forneceram resultados semelhantes com relação a flóculos em suspensão. Todavia, com estas dosagens o volume de flóculos foi superior às dosagens de 0,2 e 0,3 g/l que, por sua vez, comportaram de maneira seme

lhante.

Por outro lado, observando-se o volume de precipitado, percebe-se que não houve diferença ($P < 0,05$) entre as 4 dosagens usadas.

Ainda com relação à dosagem de 0,1 g/l percebeu-se nitidamente uma tonalidade de cor esverdeada, contra uma coloração amarelada do caldo que recebeu 0,2, 0,3 e 0,4 g de clarificante por litro. Tudo indica que 0,1 g/l não foi suficiente para provocar a clarificação desejada.

Nota-se ainda no Quadro 1 que o pH do caldo permaneceu inalterado após a adição do agente clarificante. GEERLIGS e GORKUM observaram que o "blankit" tem efeito clarificador semelhante ao ácido sulfuroso e, por se tratar de um agente neutro, não modifica a acidez além de não produzir vapores ácidos quando aquecido.

4.2. Hidrólise do caldo de cana.

O Quadro 2 resume as porcentagens de açúcar invertido, obtido em função da variação do pH do caldo pela adição de diferentes dosagens de ácidos fosfórico, cítrico e clorídrico.

QUADRO 2 - Efeito dos ácidos fosfórico, cítrico e clorídrico na hidrólise da sacarose do caldo de cana.

AGENTES DE INVERSÃO											
Solução de ácido fosfórico a 50%			Solução de ácido cítrico a 80%			Solução de ácido clorídrico a 25%					
Dosagem ml/l	pH do Caldo Natural	Acidif.	% * Inversão	Dosagem ml/l	pH do Caldo Natural	Acidif.	% * Inversão	Dosagem ml/l	pH do Caldo Natural	Acidif.	% * Inversão
5	5,24	2,51	50,08	10	5,25	3,10	26,92	2	5,22	4,6	4,14
10	5,24	2,23	53,23	15	5,25	2,70	30,04	4	5,22	4,59	5,60
15	5,24	1,82	57,48	20	5,25	2,48	43,07	6	5,22	3,61	11,68
20	5,24	1,72	58,70	25	5,25	2,32	45,38	8	5,22	3,15	21,05
25	5,24	1,58	62,08	30	5,25	2,13	45,82	10	5,22	2,50	35,89

* % de açúcares redutores expressa em glicose.

De acordo com FERRER (6), o melado na concentração de 86°Brix deve conter de 65 a 70% de açúcar invertido expresso em glicose, o que garante a sua conservação por um longo período sem que ocorra cristalização. BAYMA (3) relata que na fabricação de melado, técnicas apuradas devem ser empregadas para evitar ou retardar a cristalização da sacarose, o que torna o produto indesejável.

Como o objetivo desta etapa do trabalho foi selecionar, para cada ácido empregado, a dosagem que garantisse um elevado grau de inversão, a seleção, na falta de maiores informações sobre o assunto, baseou-se nos seguintes aspectos:

Ácido fosfórico - Com as dosagens de 15, 20 e 25 ml de solução a 50% de ácido fosfórico por litro, conseguiu-se uma taxa de inversão bastante elevada, porém foi necessário o uso de grande quantidade de agente neutralizante (hidróxido de sódio) o que deu ao produto final uma coloração escura. Dentre as dosagens de 5 a 10 ml/l, praticamente não houve variação no grau de inversão, elegendo-se, portanto, a dosagem de 5 ml/l de caldo, cujo valor de pH foi de 2,51.

Ácido cítrico - Os resultados de inversão obtidos com os tratamentos de 10 e 15 ml de solução a 80% de ácido cítrico por litro, comparados com os demais tratamentos nesse mesmo grupo, apresentaram baixa taxa de inversão, indicando a ineficiência das dosagens no processo de hidrólise. As dosagens de 20, 25 e 30 ml/l apresentaram elevadas taxas de inversão, indicando que o pH do caldo apresentado por estes tratamentos está na faixa ótima para a hidrólise. Analisando os dados do Quadro 2 verifica-se que um acréscimo de 5 ml na dosagem do ácido proporcionou aumentos consideráveis na % de inversão, e isto ocorre até quando se utiliza a dosagem de 20 ml. A partir deste ponto, para um acréscimo de 5 ml de solução ácida correspondia um pequeno aumento na inversão, e a necessidade de um aumento cada vez

maior de neutralizante para a correção do pH do produto final, com sensíveis perdas da qualidade do produto. Por estas razões, e também por razões econômicas, optou-se pela dosagem de 20 ml/l a qual forneceu, também, o valor de pH mais próximo da que a do ácido fosfórico na dosagem de 5 ml/l.

Ácido clorídrico - Ainda pelo Quadro 2 nota-se pelos resultados da inversão que as dosagens de 2 a 8 ml de solução a 25% de ácido clorídrico por litro não forneceram pH adequado para a reação de hidrólise da sacarose. Embora o tratamento com 10 ml/l também não fornecesse elevada taxa de inversão, tal qual o ácido fosfórico e cítrico, optou-se por esta dosagem, uma vez que testes preliminares revelaram que dosagens mais elevadas demandavam maiores volumes de neutralizante, resultando produto de cor escura.

Para diferentes dosagens dos três agentes inversivos, ainda que correspondentes em termos de valores semelhantes de pH obtido, houve variação na porcentagem de inversão de açúcar. Esta variação deve estar relacionada com a estabilidade térmica dos agentes inversivos usados. O ácido fosfórico sendo o mais estável (maior ponto de ebulição) apresentou a maior taxa de inversão, e o ácido clorídrico o menos estável (menor ponto de ebulição) a menor taxa de inversão; ficando o ácido cítrico em posição intermediária.

Tal ocorrência pode responder também pelos diferentes valores de pH final do melado resultante (Quadro 3).

4.3. Análise do melado.

Os resultados dos valores de pH, em função das diferentes concentrações, tempos de estocagem e agentes de inversão, encontram-se no Quadro 3.

QUADRO 3 - Efeito da concentração final, tempo de estocagem e agente de inversão sobre o pH do melado

Agente de inversão	Ácido fosfórico			Ácido cítrico			Ácido clorídrico		
	70	75	80	70	75	80	70	75	80
°Brix									
Dias de estocagem									
0	4,33	4,33	4,13	4,80	4,80	5,03	5,04	4,96	4,86
30	4,41	4,31	4,21	4,98	4,82	4,25	5,40	5,08	5,01
60	4,31	4,13	4,11	4,75	4,70	4,63	5,24	4,92	4,80

A análise de variância dos valores de pH do melado indicou que o tempo de estocagem, tipo de ácido usado para a inversão do caldo e concentração final do produto não afetaram a acidez livre.

O Quadro 4 sumaria a variação das médias de duas repetições da concentração de sólidos solúveis, em função dos agentes de inversão: ácido fosfórico, cítrico e clorídrico.

QUADRO 4 - $^{\circ}$ Brix médio ao final de concentração para cada tratamento inversivo

Ponto $^{\circ}$ Brix	$^{\circ}$ Brix médio para cada agente de inversão		
	Ácido fosfórico	Ácido cítrico	Ácido clorídrico
70	70,3 a	69,8 a	68,6 b
75	75,1 a	74,2 a	74,9 a
80	78,5 b	80,3 a	79,1 a

Médias seguidas pela mesma letra, na LINHA, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O Quadro 5 apresenta comparação da porcentagem média de açúcares redutores, em função do agente de inversão e tempo de estocagem do melado.

QUADRO 5 - Comparação das médias da porcentagem de açúcares redutores, em função do agente de inversão e tempo de estocagem do melado

Agente de inversão	Média de açúcar redutor %		
	Dias de estocagem		
	0	30	60
Ácido cítrico	70,0 a	71,3 a	69,4 b
Ácido fosfórico	68,5 b	70,4 a	75,3 a
Ácido clorídrico	67,8 b	70,6 a	68,3 b

Médias seguidas pela mesma letra, na COLUNA, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O Quadro 5 mostra que no tempo zero, o melado obtido pela inversão do caldo com ácido cítrico apresentou, em relação aos outros agentes inversivos, maior porcentagem de açúcares redutores. Trinta dias depois os ácidos cítrico, fosfórico e clorídrico tiveram comportamentos semelhantes na taxa de inversão. Aos sessenta dias, o ácido fosfórico acusou efeito significativo, aumentando o teor de açúcares redutores no produto estocado.

QUADRO 6 - Comparação de médias da porcentagem de açúcares redutores, em relação ao tempo de estocagem e concentração média do melado

Estocagem dias	Açúcares redutores %	Concentração °Brix	Açúcares redutores %
0	68,7 c	69,6	64,1 c
30	70,8 c	74,7	70,2 b
60	69,6 b	79,3	73,8 a

Médias seguidas pela mesma letra, na COLUNA, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O Quadro 6 mostra que houve variação no teor de açúcares redutores no melado, durante o período de estocagem, tendo alcançado maior porcentagem aos trinta dias.

Nota-se ainda no Quadro 6 um aumento da porcentagem de açúcares redutores, em consequência do aumento verificado na concentração do melado, fato normal e esperado.

A comparação das médias da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial do melado, nas três concentrações estudadas, em relação aos agentes de inversão, encontra-se no Quadro 7.

QUADRO 7 - Comparação das médias da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial do melado a 70, 75 e 80^oBrix, em relação aos agentes de inversão

Médias da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial da preferência do melado			
Agente de inversão	Ácido fosfórico	Ácido clorídrico	Ácido cítrico
Concentração - ^o Brix			
70	2,41 a	2,37 a	2,09 b
75	2,55 a	2,59 a	1,95 b
80	2,70 a	2,71 a	2,26 b

Médias seguidas pela mesma letra, na LINHA, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado do Quadro 7 mostra que os provadores não diferenciaram, em termos de preferência, o melado que sofreu inversão pelos ácidos fosfórico e clorídrico em qualquer das concentrações testadas, 70 75 e 80^oBrix, e demonstraram menor preferência pelo melado invertido pelo ácido cítrico, também nas três concentrações.

QUADRO 8 - Comparação das médias da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial do melado, em relação à concentração e período de estocagem do melado

Médias da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial da preferência do melado			
Concentrações °Brix		Estocagem dias	
70	2,29 b	0	2,40 a
75	2,36 b	30	2,40 a
80	2,55 a	60	2,39 a

Médias seguidas pela mesma letra, na COLUNA, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O Quadro 8 mostra que houve preferência pelo melado mais concentrado e que o período de estocagem, até 60 dias, em nada influenciou na aceitação do produto.

Os resultados obtidos indicam a porcentagem de 80°Brix como sendo a preferida dentre as concentrações testadas.

BAYMA (3) não menciona avaliação sensorial do produto, mas recomenda uma concentração final do produto não superior a 74°Brix, enquanto FERRER (6) recomenda o Brix final de 85 a 86.

Este trabalho foi o primeiro para hidrólise de açúcar fosfórico e clorídrico na concentração de 80°Brix.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Pretendeu-se com o presente trabalho determinar as melhores dosagens de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ e dos ácidos fosfórico, cítrico e clorídrico, respectivamente, como agentes de clarificação e de inversão do caldo de cana, para a obtenção do melado ou mel de engenho, para consumo humano e industrial.

Na clarificação do caldo, trabalhou-se com quatro concentrações de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$: 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 g/l de caldo, empregando-se dois litros de caldo de cana para cada tratamento. Fez-se a medição da sedimentação e avaliação visual da clarificação do caldo. A análise dos resultados indicou que a dosagem de 0,2 g/l de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ de caldo produziu a clarificação desejada.

Para avaliar os agentes de inversão, trabalhou-se com: solução de ácido fosfórico a 50% nas dosagens de 5, 10, 15, 20 e 25 ml/l caldo, ácido clorídrico a 25% nas dosagens de 2, 4, 6, 8 e 10 ml/l de caldo e ácido cítrico a 80% nas dosagens de 10, 15, 20, 25 e 30 ml/l de caldo. Cada amostra de caldo tratada foi concentrada, em tacho de cobre aquecido a vapor, até 70°Brix. A análise do teor de açúcares redutores do produto e características organolépticas indicaram que as dosagens de 5 ml, 20 ml e 10 ml de ácido fosfórico, cítrico e clorídrico respectivamente, produziram a hidrólise do caldo de cana. Para cada agente de inversão e para cada dosagem selecionada, elaborou-se o melado com acidez ajustada com hidróxido de sódio normal, para pH 4,5 e nas concentrações finais de 70, 75 e 80°Brix. Pelos resultados das análises químicas, físicas e organolépticas, concluiu-se que para o consumo humano o me-

lhor produto foi o obtido pela hidrólise do ácido fosfórico ou clorídrico na concentração de 80°Brix.

6. RECOMENDAÇÕES

A hidrólise da sacarose do caldo de cana, com vistas à elaboração do melado, tem sido feita no Brasil, segundo técnicas rudimentares, com o propósito de atender, basicamente, ao consumo doméstico. Muito deverá ainda ser feito, no sentido de se aperfeiçoar o método aqui empregado e até mesmo a introdução de novos parâmetros para avaliação de novas técnicas. Como primeira recomendação menciona-se a determinação da melhor porcentagem de açúcares redutores correlacionadas com a vida útil do produto. Recomenda-se portanto, trabalhos com dosagens de ácidos que forneçam graus de inversão compatíveis ao uso a que se destina o produto. Com estas alterações poder-se-iam conseguir menores gastos do agente de inversão, menores gastos do agente neutralizante e produto final de qualidade superior.

Tendo em vista que o produto obtido a partir do caldo hidrolizado com ácido fosfórico e clorídrico obtive igual preferência, recomenda-se estudos comparativos dos dois ácidos sob pontos de vista econômico e de aplicação prática, uma vez que não só o manuseio do ácido clorídrico é perigoso como o grau de pureza do ácido poderá comprometer a qualidade do produto acabado.

Considerando ainda que os agentes de inversão atuam de maneira semelhante na inversão da sacarose, sugere-se estudos no sentido de se utilizar o caldo de lição como substituto do ácido cítrico, o que poderá ser de grande valor para a produção de melado em pequena escala e a nível artesanal.

O melado, por ser um produto ainda pouco definido

6. RECOMENDAÇÕES

A hidrólise da sacarose do caldo de cana, com vistas à elaboração do melado, tem sido feita no Brasil, segundo técnicas rudimentares, com o propósito de atender, basicamente ao consumo doméstico. Muito deverá ainda ser feito, no sentido de se aperfeiçoar o método aqui empregado e até mesmo a introdução de novos parâmetros para avaliação de novas técnicas. Como primeira recomendação menciona-se a determinação da melhor porcentagem de açúcares redutores correlacionadas com a vida útil do produto. Recomenda-se portanto, trabalhos com dosagens de ácidos que forneçam graus de inversão compatíveis ao uso a que se destina o produto. Com estas alterações poder-se-iam conseguir menores gastos do agente de inversão, menores gastos do agente neutralizante e produto final de qualidade superior.

Tendo em vista que o produto obtido a partir do caldo hidrolisado com ácido fosfórico e clorídrico obteve igual preferência pelos painelistas, recomenda-se estudo comparativo dos dois ácidos dos pontos de vista econômico e da aplicação prática, uma vez que não só o manuseio do ácido clorídrico é perigoso como o grau de pureza do ácido poderá comprometer a qualidade do produto acabado.

Considerando ainda que os agentes de inversão atuam de maneira semelhante na inversão da sacarose, sugere-se estudos no sentido de se utilizar o caldo de limão como substituto do ácido cítrico, o que poderá ser de grande valor para a produção de melado em pequena escala e a nível artesanal.

O melado, por ser um produto ainda pouco defini-

do, pouco se sabe sobre sua composição e seu valor nutritivo. Neste sentido, seria extremamente importante a análise qualitativa e quantitativa de macro e microelementos.

Recomenda-se ainda o estudo da influência dos fatores: tempo, temperatura e concentração dos agentes de inversão, com vistas a definir uma relação econômica e técnica destes fatores para obtenção de um produto de qualidade superior. Finalmente, sendo o melado matéria-prima para as indústrias fermentativas, sugerem-se estudos de viabilidade econômica, relacionando produção, estocagem e transporte do melado produzido a grandes distâncias, com o objetivo de ampliar o período de funcionamento das destilarias.

1. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, I.A.A. 97 (16): 37-52, jun. 1956.

2. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, I.A.A. 80 (16): 11-17, dez. 1974.

3. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, I.A.A., 1974. 211 p. (ciência açucareira, 15)

4. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, I.A.A., 1975. 233 p.

5. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, I.A.A., 1974. 211 p.

6. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, I.A.A., 1974. 211 p.

8. GEERLIGS, H.C.P. & DONKOR, V.N. Treatado de la fabricacion de azucar de caña y su comprobacion química. 3. ed. Habana, J.B. 7. LITERATURA CITADA p.
9. GOMES, F.F. Curso de estatística experimental. 5ª ed. Livaria Nobel S.A. 1973. 455 p.
10. AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M. & ROESSLER, E.B. Principles of sensory evaluation of food. Academic Press, 1965. 602 p.
11. BERNES, A.C. A cana-de-açúcar como matéria-prima industrial. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, I.A.A. 67 (6): 37-52, jun. 1966.
12. BAYMA, C. A cana na pequena indústria: mel de engenho. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, I.A.A. 80 (6): 11-17, dez. 1978.
13. LIMA JUNIOR, J. & SOARES, J.N. Açúcar de cana. Vitória, 1974. 211 p. (coleção canavieira, 15)
14. FAIRRIE, G. Sugar. Liverpool, Fairrie and company limited, 1925. 233 p.
15. FERRER, F.L.A. Manual práctico de fabricacion de azucar de caña, mieles y siropes invertidos con su control técnico químico. 3 ed. Habana, Cultural, 1.º d. 1948, 511 p.
16. GEERLIGS, H.C.P. Practical white sugar manufacture or the manufacture or plantation from sugar cane. London, Norman Rodger, 1915. 184 p.

8. GEERLIGS, H.C.P. & GORKUM, V.N. Tratado de la fabricacion de azucar de caña y su comprobacion química. 3. ed. Amsterdam, J.H. de Bussy 1910. 425 p.
9. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 5ª ed. Livraria Nobel S.A. 1973. 455 p.
10. HIGOT, E. Manual para ingenieros azucareros. México, Continental, 1944. 803 p.
11. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE MINAS GERIAS. Aspectos gerais do proálcool. Belo Horizonte, 1981. 39 p.
12. JUNK, W.R. & PANCOAST, H.M. Handbook of sugars for processors, chemists and technologists. Westport, Conn., Avi, 1973. 327 p.
13. LEME JUNIOR, J. & BORGES, J.M. Açúcar de cana. Viçosa, Imprensa Universitária, U.F.V., 1965. 328 p.
14. LYLE, O. Technology for sugar refinery workers. 2. ed. London. Chapman & Hall, 1950. 525 p.
15. OITICA, J.L.R. Manual de técnicas de laboratório e fabricação de açúcar de cana. Rio de Janeiro I.A.A. 1975. 359 p.
16. RIBEIRO, R.D.; WALTON, C.F.; VENTRE, E.K.; McALIP, M. A., FORT, A.A. Fabricação de melado In: Grande manual globo de agricultura pecuária e receituário industrial. Porto Alegre, Globo, 1978. v.6 p. 21-48.
17. SILVEIRA, A.H. Produtos de cana 2. ed. São Paulo, Melhoramentos, s.d. 31 p.

18. SPENCER, E. & MEAD, J.P. Manual de azucar de caña. Barcelona, Montaner y Simon, 1967. 940 p.

APENDICE

QUADRO 1A - Resulto da análise de variância do volume de precipitação no caldo de cana

F.V.	G.L.	Volume de precipitação
Dose de $\text{Ca}_2\text{S}_2\text{O}_8$	01	4,50 ns
Resíduo	17	2,29 ns
Coefficiente de variação		11,67

ns - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE

QUADRO 1A - Valores de pH do melado em diferentes concentrações, tempo de esterilização e agente de inversão do caldo

Agente de inversão	Tempo de esterilização	Ácido tartárico			Ácido cítrico			Ácido clorídrico		
		0	30	60	0	30	60	0	30	60
20	1	3,95	4,07	4,10	4,10	4,15	4,25	4,18	4,12	4,00
	2	4,70	4,85	4,75	4,70	4,64	4,55	5,90	4,65	5,45
25	1	3,92	3,93	4,07	4,25	4,30	4,30	4,02	4,00	4,00
	2	4,71	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	5,90	4,00	5,85
30	1	3,75	3,90	3,75	3,75	4,04	4,15	3,96	4,12	4,00
	2	4,50	4,55	4,50	4,50	4,55	4,50	5,70	5,80	5,60

QUADRO 1A - Resumo da análise de variância do volume de precipitado no caldo de cana

F.V.	G.L.	VOLUME DE PRECIPITADO
Dosagem de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	03	4,50 ns
Resíduo	12	2,29
Coefficiente de variação		11,87

ns - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 2A - Valores de pH do melado em diferentes concentrações, tempo de estocagem e agente de inversão do caldo

Agente de inversão	Ácido fosfórico			Ácido cítrico			Ácido clorídrico			
	0	30	60	0	30	60	0	30	60	
Brix	Repetições									
70	1	3,96	4,01	3,93	4,40	4,33	3,15	4,18	4,12	4,00
	2	4,70	4,82	4,70	5,20	5,64	5,35	5,90	6,68	6,48
75	1	3,92	3,90	4,73	4,33	4,30	4,20	4,02	4,08	4,00
	2	4,74	3,72	4,55	5,38	5,35	5,20	5,90	6,08	5,85
80	1	3,73	3,80	3,75	4,40	4,27	4,18	3,96	4,12	4,00
	2	4,50	4,82	4,47	5,65	5,23	5,08	5,76	5,90	5,60

QUADRO 3A - Resumo da análise de variância do pH do melado

F.V.	G.L.	Q.M.
Agente de inversão	02	2,9078 ns
Concentração	02	0,1749 ns
Estocagem	02	0,1067 ns
Interações	20	0,2270 ns
Resíduo	27	0,9551
Coeficiente de variação		20,79%

ns - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4A - Graus Brix do melado obtido durante o período de estocagem, de acordo com diferentes agentes de inversão

Agente de inversão	Ácido fosfórico			Ácido cítrico			Ácido clorídrico			
	0	30	60	0	30	60	0	30	60	
Dias de estoc.	0	30	60	0	30	60	0	30	60	
Concen- trações	Repeti ções									
70	1	72,5	71,5	68,5	70,0	69,5	70,0	69,5	69,5	69,5
	2	70,0	68,5	71,0	70,0	70,0	69,5	67,0	67,0	69,0
75	1	75,5	74,5	73,0	75,5	74,0	74,0	74,8	75,0	75,0
	2	73,6	77,0	77,0	74,5	72,5	74,5	74,5	75,0	75,0
80	1	79,0	77,5	78,5	81,0	81,0	79,5	79,5	79,0	78,5
	2	79,5	78,5	78,0	80,0	80,0	80,5	79,5	79,5	79,0

QUADRO 5A - Porcentagem de açúcares redutores do melado em diferentes concentrações, tempo de estocagem e agente de inversão do caldo

Concentração		70			75			80		
Estocagem - dias		0	30	60	0	30	60	0	30	60
Agente de inversão	Repetições									
Ácido fosfórico	1	66,2	67,7	67,5	69,8	69,5	71,4	71,6	73,2	75,3
	2	63,2	67,0	66,7	67,1	71,7	72,3	73,0	73,2	74,3
Ácido cítrico	1	64,3	62,2	65,9	69,8	73,3	69,4	75,6	75,1	72,1
	2	64,8	67,1	64,2	69,8	71,2	70,3	75,6	76,1	74,2
Ácido clorídrico	1	61,6	66,2	62,7	69,8	71,0	69,4	71,6	76,1	72,3
	2	63,9	64,7	62,7	67,1	71,2	70,3	72,5	74,1	72,3

QUADRO 6A - Resumo da análise de variância da porcentagem de açúcares redutores no melado

F.V.	G.L.	Q.M.
Concentração	02	339,81 *
Estocagem	02	18,38 *
Agente de inversão-0 dia	02	7,78 *
Agente de inversão-30 dias	02	1,54 ns
Agente de inversão-60 dias	02	13,52 *
Interações	16	1,52 ns
Resíduo	27	1,08
Coeficiente de variação		1,49%

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 7A - Valores das notas dadas por dez provadores em duas repetições para cada tratamento no teste de preferência do melado

Agente de inversão	Ácido fosfórico					Ácido cítrico					Ácido clorídrico																					
	70	75	80	70	75	80	70	75	80	70	75	80	70	75	80																	
Concentração Brix	0	30	60	0	30	60	0	30	60	0	30	60	0	30	60																	
Estocagem - dias	0	30	60	0	30	60	0	30	60	0	30	60	0	30	60																	
Provadores	Repetições																															
A	1	7	7	2	7	7	6	7	7	9	7	7	4	1	7	3	4	7	4	4	7	4	8	8	9	7	8	4				
B	1	3	3	7	4	6	4	5	7	5	5	7	3	1	4	4	3	6	6	5	6	6	5	7	7	4	8	3	9	8	9	7
C	1	6	7	8	8	7	7	8	8	8	8	5	4	3	1	2	1	2	1	8	5	2	8	7	5	8	7	7	8	8	8	8
D	1	7	5	7	5	7	6	8	7	9	7	8	2	3	7	8	1	4	2	3	5	4	6	8	7	7	8	8	7	8	8	9
E	1	5	7	9	7	8	9	9	7	9	7	8	5	5	4	3	6	5	4	6	8	5	3	6	5	5	7	7	5	7	8	7
F	1	6	4	7	6	2	5	7	6	8	8	4	5	6	3	6	5	7	6	4	8	4	7	6	6	6	6	6	3	4	8	6
G	1	5	5	7	7	8	7	9	7	7	9	7	6	3	3	5	3	3	3	8	8	7	4	8	7	4	5	6	6	8	7	7
H	1	7	5	6	7	7	7	7	8	7	8	2	3	4	3	7	3	2	4	5	2	6	5	2	6	5	8	6	9	8	7	7
I	1	3	5	6	7	9	9	3	9	9	3	4	3	4	1	1	3	1	7	5	6	1	5	6	1	5	6	9	6	7	7	9
J	1	5	7	7	3	7	7	7	7	7	6	7	7	4	1	1	2	6	3	7	3	8	4	2	8	9	8	5	8	7	4	
	2	7	6	8	7	7	7	7	7	8	8	5	6	7	5	8	3	7	5	3	7	5	7	5	7	5	7	7	6	7	7	7

QUADRO 8A - Resumo da análise de variância da raiz quadrada das notas da avaliação sensorial do melado

F.V.	G.L.	Q.M.
Provadores	09	0,8716
Concentração	02	3,3608 *
Estocagem	02	0,0840 ns
Agente de inversão-70 Brix	02	1,8478 *
Agente de inversão-75 Brix	02	1,7874 *
Agente de inversão-80 Brix	02	3,9346 *
Interações	16	0,1674 ns
Resíduo	504	0,1184
Coeficiente de variação		14,33%

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.