

AIRTON JOSÉ TRENTO FILHO

**PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR E QUALIDADE DA CACHAÇA
EM MORRETES, PR**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

CURITIBA-PR

2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **AIRTON JOSÉ TRENTA FILHO**, sob o título "**PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR E QUALIDADE DA CACHAÇA, EM MORRETES-PR**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 11 de Dezembro de 2007.

Professor Dr. Hermann Paulo Hoffmann
Primeiro Examinador

Dr. Ricardo Augusto de Oliveira
Segundo Examinador

Professor Dr. João Carlos Bespathok Filho
Terceiro Examinador

Professor Dr. Edelclaiton Daros
Presidente da Banca e Orientador

“Dedico este trabalho aos meus pais Airton José Trento e Vera Luiza Trento, aos meus irmãos Arielton Trento e Loriley Lis Trento e à minha esposa Fabiana Trinkaus Menon.”

“Só é útil o conhecimento que nos torna
melhores.”

Sócrates

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado sabedoria, estímulo e paciência para vencer as dificuldades encontradas durante a realização do curso.

À Universidade Federal do Paraná, em particular ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, pela oportunidade de realização do curso.

Aos professores Edelclaiton Daros e Agenor Maccari Junior, pela orientação, pelo apoio e companheirismo demonstrados durante todo o curso.

Ao professor Dr. Mário Umberto Menon da Universidade Estadual do Centro-Oeste e ao professor Dr. José Sebastião Cunha Fernandes, pelo apoio nas análises estatísticas e orientações durante o desenvolvimento do trabalho.

À minha queridíssima esposa, Fabiana Trinkaus Menon, pelo amor, pela confiança e paciência demonstrados ao longo de todo o curso.

Aos meus pais, Airtón José Trento e Vera Luiza Trento, que me deram todo o apoio incentivo necessário para o desenvolvimento do curso.

A todos os meus familiares e aos da minha esposa, pelo carinho, incentivo e apoio.

Ao graduando em agronomia, Fabio Nitta, pela ajuda e dedicação.

Aos produtores de cana-de-açúcar e cachaça, do município de Morretes, que tornaram possível a realização deste trabalho de pesquisa.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

AIRTON JOSÉ TRENTO FILHO, filho de Airton José Trento e Vera Luiza Trento, nasceu em 22 de janeiro de 1983, em Curitiba, Paraná.

Cursou o ensino de primeiro grau em Irati, PR e o ensino de segundo grau em Curitiba, PR. Em 2006 recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo, conferido pela Universidade Federal do Paraná.

Em março de 2006, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo de Universidade Federal do Paraná.

De setembro de 2006 a agosto de 2007 atuou como Profissional Cidadão no Território Centro-Sul do Paraná, na área de extensão rural, com plantas medicinais, aromáticas e condimentares.

Em setembro de 2007, iniciou a atividade de responsável técnico da Comercial Agrícola Kohatsu Ltda (Zé Agro), em Irati-PR

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
BIOGRAFIA DO AUTOR	v
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 HISTÓRIA DA CACHAÇA.....	3
2.2 CLASIFICAÇÃO BOTÂNICA E COMPOSIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	3
2.3 IMPLANTAÇÃO DE CANAVIAIS.....	4
2.3.1 Preparo do Solo.....	4
2.3.2 Época de Plantio.....	5
2.3.3 Espaçamento.....	5
2.3.4 Densidade de Gemas.....	6
2.3.5 Clima.....	6
2.3.5.1 Temperatura	7
2.3.5.2 Precipitação	8
2.3.5.3 Luminosidade	8
2.3.5.4 Ventos	9
2.3.6 Solos.....	9
2.3.7 Variedades.....	9
2.3.8 Adubação.....	10
2.3.9 Colheita.....	11
2.4 CARACTERÍSTICAS DO LITORAL.....	12

2.4.1	Clima.....	12
2.4.2	Solos.....	13
2.5	PRODUÇÃO DE CACHAÇA.....	14
2.5.1	Moagem.....	15
2.5.2	Destilação.....	15
2.5.3	Separação das Frações da Cachaça.....	16
2.6	LEGISLAÇÃO.....	16
2.6.1	Denominações.....	17
2.6.2	Qualidade.....	17
2.7	COMPOSTOS SECUNDÁRIOS DA CACHAÇA E A SAÚDE.....	18
2.7.1	Acidez.....	18
3	METODOLOGIA material e métodos.....	20
3.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
3.2	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO.....	20
3.3	ÉPOCA DE AVALIAÇÃO.....	21
3.4	PRODUTORES DE CACHAÇA.....	21
3.4.1	Descrição das Propriedades.....	22
3.5	LOCAL DE INDUSTRIALIZAÇÃO.....	27
3.6	CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	28
3.6.1	Questionário.....	28
3.6.2	Fertilidade de Solo.....	28
3.6.3	Análise da Produtividade.....	28
3.6.4	Análise do Brix no Colmo.....	29
3.6.5	Variedade.....	29
3.6.6	Localização do Talhão.....	30
3.6.7	Insumos Utilizados.....	30
3.7	AVALIAÇÕES NO CALDO.....	30

3.7.1	Análise no Brix do Caldo	30
3.7.2	Acidez do Caldo	30
3.7.3	Rendimento do Caldo.....	31
3.8	AVALIAÇÃO NO VINHO	31
3.8.1	Acidez do Vinho	31
3.8.2	Volume de Álcool no Vinho (%).....	32
3.9	AVALIAÇÕES NA CACHAÇA.....	32
3.9.1	Acidez Volátil em Ácido Acético	32
3.9.2	Graduação Alcoólica	32
3.10	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	34
4.1.1	Perfil do Produtor	34
4.1.2	Rendimento.....	41
4.1.3	Fertilidade do Solo	43
4.1.4	Variedade.....	45
4.1.5	Insumos	46
4.2	ANÁLISES NO CALDO.....	48
4.2.1	Brix do Colmo.....	48
4.2.2	Brix do Caldo.....	49
4.2.3	Acidez do Caldo	50
4.2.4	Rendimento do Caldo.....	51
4.3	ANÁLISES NO VINHO.....	52
4.3.1	Análise de Acidez do Vinho.....	52
4.3.2	Análise do Teor de Álcool no Vinho.....	53
4.4	ANÁLISES NA CACHAÇA	54
4.4.1	Acidez Volátil.....	55

5	CONCLUSÕES	56
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
7	REFERÊNCIAS.....	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição química média, em porcentagem, da cana-de-açúcar madura (GTCA, 2006).....	4
TABELA 2 - Interpretação geral dos resultados de análise do solo (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1997).	11
TABELA 3 - Interpretação dos resultados da determinação de fósforo “extraível” do solo para as principais culturas (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1997)..	11
TABELA 4 - Faixa etária dos produtores de cana-de-açúcar amostrados no município de Morretes-PR, 2006.....	34
TABELA 5 - Característica e destino da produção de cana-de-açúcar, no município de Morretes-PR, 2006.....	34
TABELA 6 - Idade dos canaviais, no município de Morretes-PR, 2006.	35
TABELA 7 - Fonte de orientação técnica aos produtores de cana-de-açúcar, no município de Morretes-PR, 2006.....	35
TABELA 8 - Mão-de-obra utilizada na produção de cana, no município de Morretes-PR, 2006.....	36
TABELA 9 - Tamanho das propriedades com áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, no município de Morretes - PR, 2006.	36
TABELA 10 - Área cultivada com cana-de-açúcar, por sistemas de produção e declividade, no município de Morretes - PR (2006).....	37
TABELA 11 - Método utilizado para identificação do ponto de maturação e momento de colheita nos canaviais do município de Morretes - PR (2006).....	37
TABELA 12 - Perspectivas para os próximos anos em relação ao tamanho das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no município de Morretes - PR, 2006.	37
TABELA 13 - Percentual de produtores amostrados que realizam análise do solo e calagem nas áreas com cultivo de cana-de-açúcar, no município de Morretes - PR, 2006.....	38
TABELA 14 - Método utilizado para o controle de plantas daninhas e número de intervenções realizadas nos canaviais do município de Morretes - PR, 2006....	38
TABELA 15 - Variedades existentes e variedade utilizada no último plantio, nas propriedades avaliadas no município de Morretes - PR.	39
TABELA 16 - Espaçamentos de plantio entre linhas de cana-de-açúcar utilizados nos canaviais do município de Morretes - PR, 2006.	39
TABELA 17 - Método de corte utilizado nos canaviais do município de Morretes - PR, 2006.....	40
TABELA 18 - Quantidade de produtores de cachaça e relação das principais análises efetuadas na cachaça produzida no município de Morretes - PR 2006.	40
TABELA 19 - Principais problemas enfrentados pelos produtores de cana-de-açúcar, no município de Morretes - PR, 2006.....	40
TABELA 20 - Produtividade estimada – tonelada de cana por hectare, massa de um colmo e número de colmos por metro linear, Morretes – PR, 2006.	41

TABELA 21 - Interpretação e classificação dos teores de nutrientes encontrados de acordo com as classes: muito baixo, baixo, suficiente, médio e alto. (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1997).....	43
TABELA 22 - Relação da adubação utilizada em cada um dos sistemas de produção avaliados, no município de Morretes-PR, 2006.	46
TABELA 23 - Relação do método e frequência de controle das plantas daninhas nos canaviais do município de Morretes-PR, 2006.	47
TABELA 24: Resultados do brix do colmo, brix do caldo, rendimento do caldo e acidez do caldo, do vinho e da cachaça nas duas épocas de avaliação dos dez sistemas de produção.	48
TABELA 25 - Análise do Brix do colmo em duas épocas de análise, nos canaviais do município de Morretes-PR, 2006.....	49
TABELA 26 - Resultado do Brix do caldo em dez sistemas de produção de cana-de-açúcar avaliados, no município de Morretes, 2007.....	50
TABELA 27 - Resultado da acidez do caldo nos dez sistemas de produção de cana-de-açúcar avaliados no município de Morretes - PR, 2007.	51
TABELA 28 - Rendimento do caldo em litros/tonelada de cana moída, nos dez sistemas de produção de cana-de-açúcar avaliados no município de Morretes-PR, 2007.....	52
TABELA 29 - Acidez do vinho nos dez sistemas de produção de cana-de-açúcar, em duas épocas de avaliação, no município de Morretes-PR, 2006.....	53
TABELA 30 - Percentual de álcool obtido no vinho após o processo de fermentação nos diferentes sistemas de produção, do município de Morretes-PR, 2007.....	54
TABELA 31 - Avaliação da acidez volátil da cachaça, nos diferentes sistemas de produção, do município de Morretes-PR, 2007.	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Distribuição das áreas com solos favoráveis à cultura da cana-de-açúcar sob condições climáticas não limitantes.	7
FIGURA 2 - Temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação nos meses de janeiro a dezembro de 2006, no município de Morretes - PR (IAPAR, 2007).	13
FIGURA 3: Fluxograma do processo de produção, para obtenção da cachaça (SILVA, 1995).	14
FIGURA 4 - Localização de Morretes no Estado do Paraná, Brasil.	20
FIGURA 5 - Temperatura máxima (°C), mínima (°C) e precipitação diária (mm) no mês de dezembro de 2006 no município de Morretes – PR.	21
FIGURA 6 - Temperatura máxima (°C), mínima (°C) e precipitação diária (mm) no mês de janeiro de 2007 no município de Morretes – PR.	21
FIGURA 7 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S01.	22
FIGURA 8 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S02.	23
FIGURA 9 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S03.	23
FIGURA 10 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S04.	24
FIGURA 11 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S05.	24
FIGURA 12 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S06.	25
FIGURA 13 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S07.	25
FIGURA 14 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S08.	26
FIGURA 15 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S09.	26
FIGURA 16 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S10.	27
FIGURA 17 - Instalações do Alambique Engenho Novo.	27
FIGURA 18 - Croqui da análise de produtividade.	29

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Questionário	64
ANEXO 2 – Análise química da fertilidade do solo (Análise de rotina + fração argila)	67
ANEXO 3 - Resultados obtidos para a produtividade nos sistemas de produção e ANOVA dos dados.	68
ANEXO 4 - Valores obtidos no Brix do colmo em dez sistemas de produção em duas épocas (dezembro/06 e janeiro/07) e análise de variância (ANOVA).....	69
ANEXO 5 - Valores obtidos no Brix do caldo em dez sistemas de produção em duas épocas (dezembro/06 e janeiro/07) e análise de variância (ANOVA).....	70
ANEXO 6 - Resultados de rendimento do caldo em litros/ tonelada de cana, nas duas épocas de avaliação (Dezembro e Janeiro) e análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos.....	71
ANEXO 7 - Valores obtidos para acidez do caldo e análise estatística (ANOVA).....	72
ANEXO 8 - Valor obtidos para acidez do vinho e análise de variância.....	73
ANEXO 9 - Valores obtidos para o teste de rendimento da fermentação nos dez sistemas de produção em duas épocas de avaliação e análise de variância dos resultados obtidos (ANOVA).....	74
ANEXO 10 - Valores obtidos para acidez da cachaça nos dez sistemas de produção e duas épocas de avaliação e resultado da análise de variância (ANOVA).....	75

RESUMO

O presente trabalho avaliou a influencia dos sistemas de produção da cana-de-açúcar na produção de cachaça no município de Morretes - PR. Fatores como: local de cultivo, variedades utilizadas e manejo da cultura podem gerar diferenças na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar, matéria prima para a produção de cachaça, e assim, influenciar o processo de produção e o produto final. Para a caracterização dos sistemas de produção foi realizado um diagnóstico, complementado por entrevistas, em cada uma das 10 propriedades, sendo realizadas análises do solo e da cana. A produção da cachaça com a cana proveniente dos sistemas foi processada em uma unidade de produção artesanal. O volume de caldo extraído foi utilizado para determinar o rendimento da moenda. O Brix foi avaliado utilizando-se um sacarímetro e a análise da acidez do caldo, do mosto fermentado (vinho) e da cachaça ocorreu por titulação. A destilação foi feita de forma fracionada, sendo realizadas análises da fração "coração". De todos os sistemas avaliados o que utilizou adubo formulado e herbicida para controle de plantas daninhas obteve melhores resultados para produtividade, porém a acidez dos subprodutos foi superior aos outros sistemas. A idade dos canaviais, a adubação e o controle de ervas daninhas influenciou na produtividade e, esta no rendimento de caldo (l/t). Na segunda época de avaliação os valores foram superiores em todos os testes de acidez para caldo, vinho e cachaça, devido ao desencadeamento de processos fisiológicos na cana-de-açúcar. Os sistemas com o manejo correto de plantas daninhas obtiveram os melhores resultados de acidez.

Palavras-chave: alambique artesanal, perfil do produtor, Brix e acidez.

ABSTRACT

The actual work evaluated the influence of sugar cane production systems in the production of moonshine in Morretes – PR. Factors like: cultivation local, species and way cultivation can make differences in the quality and production of sugar cane, raw material for moonshine production, and so it is to influence the production process and the final product. To characterize the system of production it was realized a diagnostic, complemented interviews, and in each property was clone the analysis of soil and sugar cane. The production of moonshine of cane provenient from the systems, was processed in artesanal production unit. The volume of extracted juice was used to determine the profit of the grinding. The Brix was evaluated using a saccharimeter and the analyses of juice acidity the fermented juice (wine) and the moonshine occurred by titular. The destilation was done by the fractioned form, being realized fraction analysis “heart”. All the evaluated analyses the one that was user fertilizing and herbicid to control the harmful plants it was obtained good results to a production, however the acid of the subproducts was superior than the other systems. The age of the cane, the fertilization, and the control of harmful herbs were influenced to the production and the cane profit (l/t), In the second part of tests (exams) of acidity of the juice, wine and moonshine, dued to unchained fisiological process in the sugar cane. The systems with the correct way of working with harmful plants was gotten a good acidity result.

Key-words – artesanal retort, producer profile, brix and acidity.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é a matéria-prima, que após processo de extração do caldo, fermentação e destilação, dá origem a cachaça, um produto com grande importância econômica para o país e para Morretes, onde moradores citam que desde a época do império, por volta de 1700 já existiam engenhos de cachaça no município.

Desde os primórdios da produção de cachaça, no município de Morretes, pouco se investiu em busca de variedades mais produtivas de cana-de-açúcar. Outros entraves são as influências que o solo, o clima, os tratos culturais e a produtividade do canavial, exercem no rendimento e na qualidade da cachaça, desta forma, a cadeia produtiva passa por um período de crescimento tecnológico visando incrementar a produtividade da cana-de-açúcar e a qualidade da cachaça.

O aumento do consumo da aguardente, com qualidade e a possibilidade de exportação, exigem processos criteriosos. O controle da qualidade da cachaça deve começar com a sanidade das mudas e prosseguir durante todas as etapas de produção da cana e industrialização da cachaça, até o armazenamento. A produtividade influencia diretamente no rendimento em volume de cachaça produzida, assim como, o acompanhamento do canavial até o produto final da cachaça, garantem um produto mais padronizado e com qualidade comprovada nos aspectos físico-químicos, facilitando o enquadramento da bebida nas normas estabelecidas pela Instrução Normativa nº 13/2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A melhoria da qualidade da cachaça requer conhecimentos científicos e tecnológicos apurados, competência, sensibilidade e dedicação.

As variedades de cana-de-açúcar cultivadas para a produção da aguardente nas destilarias de Morretes são popularmente conhecidas como: “havaianinha”, “branca mole” dentre outras cultivadas em menor quantidade. Novos clones estão sendo testados por produtores para obter um aumento de produtividade da cultura.

A cultura de cana de açúcar está se destacando no cenário agrícola mundial devido à sua eficiência para a obtenção de etanol, envolvendo muitas linhas de pesquisa, tais como: melhoramento genético e tecnologias de produção. Algumas regiões, como Morretes no litoral do Paraná, têm tradição no cultivo da cana-de-açúcar para uso em alambiques de cachaça e venda do caldo da cana *in natura* (garapa), sem o desenvolvimento de tecnologias e análise do produto com ênfase para a melhoria ou acompanhamento da qualidade.

Como o assunto abordado no trabalho vai ao encontro das necessidades e anseios dos produtores de cana do município de Morretes - PR, que precisam de matéria prima com qualidade e em quantidade suficiente para suprir as necessidades dos alambiques.

Assim tornou-se necessário um início nas atividades de pesquisa com produtores de Morretes - PR para produção de cachaça e outros subprodutos.

Se o local de cultivo e o manejo da cultura influenciam as características do produto final, então estas variáveis podem definir um sistema de produção, onde diferenças na matéria-prima proveniente dos diferentes sistemas de produção poderão interferir na qualidade da cachaça

O objetivo geral foi identificar a influência dos sistemas de produção da cana-de-açúcar na qualidade da cachaça produzida no município de Morretes.

E os objetivos específicos foram:

- Fazer uma amostragem para identificar o perfil de produtores e propriedades com cultivo de cana no município de Morretes;
- Caracterizar os sistemas de produção de cana-de-açúcar no município de Morretes, correlacionando a fertilidade de solo, o relevo, o perfil do produtor e os tratos culturais;
- Analisar a produtividade estimada de cana-de-açúcar nos dez sistemas de produção;
- Avaliar as variações no Brix da cana-de-açúcar e do caldo entre os sistemas;
- Analisar o rendimento do sistema expresso em: (litros de caldo/tonelada de cana moída);
- Avaliar a acidez do caldo de cana-de-açúcar, do vinho e da cachaça;
- Analisar a eficiência da fermentação, com o acompanhamento da porcentagem de álcool no vinho;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA DA CACHAÇA

Antes do surgimento da cachaça a cana-de-açúcar destinava-se apenas para produção de açúcar e rapadura. A verdadeira origem é incerta e várias lendas tentam remontar e relatar a história da bebida que hoje é símbolo nacional do gênero (SEBRAE-PR, 2005).

A aguardente de cana surgiu nos primórdios de nossa colonização, logo que os canaviais foram plantados e os engenhos de açúcar passaram a moer cana, tendo desde então participação importante em nossa economia, quer como fonte de renda para meeiros e arrendatários ou como moeda para contrabandistas que a trocavam por escravos na Costa Africana no denominado comércio triangular (ALMEIDA, 2005).

Apesar do grande volume produzido e comercializado, a qualidade de grande parte das aguardentes deixa muito a desejar. Informações errôneas que passam de pai para filho e a maneira empírica e rudimentar adotada por leigos ou curiosos influenciam o produto (BIZELLI et al., 2000).

Ao contrário de outros povos, que criaram, aprimoraram e projetaram seus destilados, aqui a aguardente é considerada bebida de segunda categoria, porém, a melhoria da qualidade, a adequação e inovação dos processos aos poucos têm rendido bons frutos. Conseqüentemente, surgem novos mercados e novos consumidores (BIZELLI et al., 2000).

2.2 CLASIFICAÇÃO BOTÂNICA E COMPOSIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar, conforme a classificação botânica, pertence à divisão *Embryophita*, subdivisão *Angiospermae*, classe *Monocotyledonae*, ordem *Glumiflorae*, família *Poaceae*, tribo *Andropogonae*, subtribo *Saccharae*, gênero *Saccharum*, espécie *Saccharum spp* (ALVES, 2004a). O nome atual da espécie está relacionado ao fato de que todas as variedades de cana, atualmente cultivadas em todo o mundo, são para produção de açúcar, álcool, aguardente ou forragem. As espécies cultivadas atualmente têm a sua provável origem na Oceania (Nova Guiné) e Ásia (Índia e China) (ANDRADE, 2003).

Os colmos da cana-de-açúcar constituem-se de fibras (8% - 14%) e caldo (86% - 92%); composição química conforme TABELA 1.

TABELA 1 - Composição química média, em porcentagem, da cana-de-açúcar madura (GTCA, 2006)

COMPOSIÇÃO	%
Água	74,5
Cinzas	0,5
Fibra	10
Açúcares	14
Corpos Nitrogenados	0,4
Graxa e Cêra	0,2
Pectinas, gomas e mucilagem	0,2
Ácidos livres	0,08
Ácidos combinados	0,12
Total	100

2.3 IMPLANTAÇÃO DE CANAVIAIS

2.3.1 Preparo do Solo

Tendo a cana-de-açúcar um sistema radicular profundo, um ciclo vegetativo econômico de quatro anos e meio ou mais e uma intensa mecanização que se processa durante esse longo tempo de permanência da cultura no terreno, o preparo do solo deve ser profundo (ALVES, 2004a).

Atualmente a literatura cita três formas de preparo do solo para implantação e/ou reforma do canavial (ALVES, 2004a; PLANALSUCAR, 1986): O plantio convencional inicia-se com as operações de aração e gradagem e, quando o solo apresentar camada compactada, faz-se o rompimento através de subsolagem. Na segunda situação, conhecida por cultivo mínimo, realiza-se apenas uma gradagem leve para remover a soqueira remanescente e realiza-se a operação de sulcação e adubação em seguida (PLANALSUCAR, 1986) Conforme Segato et al. (2006), a terceira situação, atualmente muito utilizada na reforma dos canaviais é denominada plantio direto; onde realiza-se apenas a aplicação de herbicida para evitar o desenvolvimento do canavial a ser reformado e a operação de sulcação ocorre diretamente na entre linha das plantas que já estavam no local.

2.3.2 Época de Plantio

Visando atender às necessidades climáticas da cultura, na Região Centro-Sul do Brasil, as condições que permitem o plantio sem irrigação ocorrem nas seguintes épocas (MAIA, 2006):

- Janeiro a março, obtendo-se a chamada “cana de ano e meio”;
- Outubro a novembro, obtendo-se a “cana de ano”.

A “cana de ano-e-meio” brota e inicia seu desenvolvimento durante os três primeiros meses do ano (janeiro, fevereiro e março); permanecendo praticamente sem se desenvolver de abril a agosto; em seguida, durante sete meses (setembro a março), vegeta com grande intensidade, para, então, amadurecer nos meses do inverno (3-4 meses para maturação, em média). Após o corte, a soca tem um ciclo de 12 meses. Essa época de plantio é a mais utilizada (PARANHOS, 1987).

Segundo Maia (2006), as vantagens, da cana de ano e meio, são as seguintes:

- Geralmente propicia maior produtividade;
- Melhor controle das plantas invasoras;
- Menos problemas fitossanitários;
- Facilita a rotação com outras culturas de ciclo curto;
- Melhor escalonamento com variedades precoces, médias e tardias para quem deseja manter a produção no período de maio a dezembro.

O plantio da “cana de ano” é realizado no período de agosto a novembro e seu desenvolvimento vegetativo vai de março a abril, quando a partir daí, ocorre a maturação. Com o início da brotação sendo facilitado pelo período de chuvas e se desenvolve vegetativamente até março/abril, entrando, a partir daí, em maturação. Após o corte, o ciclo da soca é de 12 meses (CARDOSO, 2006).

2.3.3 Espaçamento

Os plantios atualmente apresentam vários tipos de espaçamento, com larguras das entrelinhas variando de 1 a 1,6 m, além do espaçamento combinado ou “tipo abacaxi”, que combina linhas duplas distanciadas de 0,4 a 0,5 m entre si e 1,4 m entre as duplas, adotado por algumas usinas para favorecer a colheita mecanizada (SEGATO et al., 2006).

No caso de pequenas áreas onde a capina vai ser feita de forma manual ou com cultivador de tração animal, o espaçamento pode ser de até 1,0 metro, sendo que esta redução no espaçamento pode aumentar a produção por área (CARDOSO, 2006).

2.3.4 Densidade de Gemas

Para o plantio de cana-de-açúcar o ideal é trabalhar com mudas de 8 a 10 meses de idade, com uma distribuição que propicie o mínimo de 12 gemas por metro linear de sulco; densidade que normalmente é obtida quando se adota o plantio de duas canas paralelas no sulco. Este sistema garante a média de cinco brotações por metro linear, propiciando uma boa cobertura do solo (MAIA, 2006).

2.3.5 Clima

A cana-de-açúcar está amplamente adaptada às faixas de clima tropical e subtropical. Geograficamente a cana-de-açúcar se desenvolve entre as latitudes de 35° N, no sul dos Estados Unidos, à 35° S, no Norte da Argentina (PLANALSUCAR, 1986). A duração do seu período de crescimento vegetativo é bastante variável, sendo de 9 a 10 meses na Luisiana – EUA, até 2 anos ou mais no Peru, África do Sul e Havaí (PARANHOS, 1987).

A acumulação da sacarose no colmo ocorre quando a produção de açúcares nas folhas excede o consumo energético da planta. Esta produção e consumo são influenciados por diversos fatores como temperatura, umidade e outros. Quando as condições se tornam limitantes ao crescimento vegetativo, maior quantidade de sacarose é armazenada e a cana-de-açúcar entra em maturação (CESAR et al, 1993).

A Figura 1 ilustra a distribuição das áreas no Brasil com solos favoráveis sob condições agroclimáticas não limitantes, ou seja, áreas propícias à produção de cana-de-açúcar.

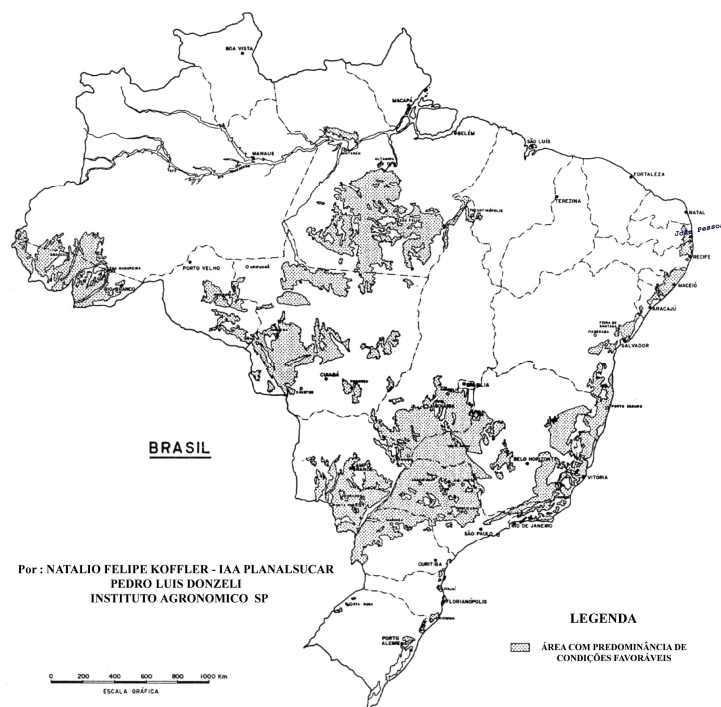


FIGURA 1 - Distribuição das áreas com solos favoráveis à cultura da cana-de-açúcar sob condições climáticas não limitantes.

Na região Centro-Sul do Brasil, compreendida pelos Estados de Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Oeste e Sudoeste de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a cultura da cana-de-açúcar encontra as mais diferentes condições climáticas, principalmente quanto à precipitação pluviométrica e temperatura do ar (PLANALSUCAR, 1986).

2.3.5.1 Temperatura

Geralmente fala-se de temperatura média de um local, porém, para estudar-se os efeitos fisiológicos, devemos distinguir as temperaturas médias máximas e médias mínimas do ar, bem como conhecer sua amplitude (PLANALSUCAR, 1986).

De maneira geral, o crescimento da cana ocorre no período de umidade intensa e temperatura elevada. Nessa fase, não ocorre acúmulo expressivo de sacarose nos colmos. Quando cessa o crescimento, o teor de açúcar começa a elevar-se. A partir daí, a planta requer solo seco e baixa temperatura, de preferência em torno de 20°C. Se plantada em solos permanentemente úmidos, a cana não acumula açúcar (MAIA, 2006).

2.3.5.2 Precipitação

Em termos de disponibilidade de umidade, pode-se generalizar que a cana é cultivada em regiões cujas precipitações vão desde 1000 até 3000 mm anuais. Abaixo de 1000 mm anuais, por garantia, é necessário trabalhar com irrigação (CARDOSO, 2006).

A umidade do solo afeta a germinação, pois para que ela ocorra em porcentagem ideal requer-se bom suprimento de água, desde que não se mantenha o solo inundado afetando o fornecimento de oxigênio ou causando erosão. A profundidade de colocação dos toletes de cana-de-açúcar é um fator que deve ser levado em conta conforme a época de plantio; nas épocas frias e em solos mal drenados é melhor plantar-se superficialmente; nas épocas de calor e poucas chuvas pode-se plantar a profundidades maiores sem que se afete a germinação (PLANALSUCAR, 1986).

De maneira geral, as fases de desenvolvimento vegetativo (brotação, perfilhamento e crescimento) são tanto maiores quanto melhor for a umidade disponível no solo (próximo à capacidade de campo). Entretanto, o excesso de umidade no solo, ou seja, o encharcamento é prejudicial à cultura da cana. Já a fase de maturação (aumento do teor de sacarose no colmo) só se realizará por ocasião da ocorrência de déficit hídrico, resultado da condição de seca, já que é necessário a planta cessar o seu desenvolvimento para atingir a maturação (CARDOSO, 2006).

Em regiões onde a estação seca não é bem definida obtém-se canas menos ricas e se o terreno é muito pesado e mal drenado a riqueza da cana pode atingir limites baixos de rentabilidade. O reinício das chuvas, combinado com uma elevação da temperatura mínima, tem como consequência a retomada do crescimento, diminuindo a quantidade de açúcar das canas (PLANALSUCAR, 1986).

2.3.5.3 Luminosidade

A planta utiliza a luz solar através da fotossíntese que transforma a energia radiante em energia química e é a única fonte de formação de matéria orgânica. Deve-se levar em consideração dois aspectos: a intensidade da luz, que depende da nebulosidade e das condições de umidade da atmosfera, e sua duração, que depende da localização geográfica (latitude) e da estação do ano (PLANALSUCAR, 1986).

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L., família Poaceae), uma planta C4 altamente eficiente, pode armazenar cerca de 1% da radiação incidente em biomassa por

ano. Ultimamente, devido a dois fatores – aumento da emissão de CO₂, esgotamento das reservas de petróleo e, conseqüentemente, aumento do seu preço, observa-se um avanço nos programas de P&D (pesquisa e desenvolvimento) para melhorar a produção de biomassa e energia, bem como a matéria prima para indústria química como parte de uma economia sustentável (ANDREOLI e SOUZA, 2007)

A brotação não é influenciada pela luminosidade. Já no perfilhamento e crescimento são marcantes os seus efeitos. Quanto maior a luminosidade, maior é o perfilhamento e maior o crescimento da planta. Quanto maior a disponibilidade de luz, maior a fotossíntese, maior crescimento. Na maturação o efeito da luminosidade é apenas indireto, por causa do fotoperíodo, já que a cana é uma planta de dias curtos quanto à indução do florescimento (CARDOSO, 2006).

2.3.5.4 Ventos

A ocorrência de ventos fortes é prejudicial à cultura da cana porque promove o tombamento da planta (o que dificulta e torna mais onerosa a colheita), dilaceram as folhas (reduzido a área fotossintética) e promovem uma transpiração excessiva (a perda de água é maior e a necessidade de umidade aumenta) (CARDOSO, 2006).

2.3.6 Solos

Devido à rusticidade e ao melhoramento genético, a cana tem se adaptado a diferentes tipos de solos, entretanto, têm-se observado que a viabilidade dos empreendimentos agrícolas decresce à medida que as características de solo se afastam dos padrões ideais, por exemplo, solos de fertilidade muito baixa, solos sujeitos a inundações, solos altamente erodíveis, bem como solos declivosos ou pedregosos (PARANHOS, 1987).

O plantio da cana-de-açúcar exige solos leves, sem excesso de umidade, ricos em matéria orgânica e minerais. Solos pesados, argilosos e mal drenados são limitantes para esta cultura resultando em redução na produtividade (SEBRAE-MG, 2001).

2.3.7 Variedades

A escolha das variedades de cana a serem utilizadas na formação do canavial deve levar em conta a relação entre as suas características, o local de implantação da cultura e o período de fabricação da cachaça. Esta escolha é um dos principais fatores para o sucesso do empreendimento. Devem ser escolhidas variedades que possuam características definidas em relação à maturação, teor de açúcar, exigência em relação ao tipo de solo, resistência às doenças, despalha e porte (SEBRAE-MG, 2001).

Segundo Maia (2006), as variedades de cana-de-açúcar podem atingir um teor máximo de sacarose em épocas diferentes, mesmo quando cultivadas em idênticas condições. Assim são classificadas em precoces (maturação entre maio e junho), médias (entre julho e agosto) e tardias (a partir de setembro).

Dentre os fatores de produção de cana-de-açúcar, a variedade ocupa lugar de destaque, já que é o único fator capaz de proporcionar aumentos significativos na produtividade agrícola e industrial, sem aumentos nos custos de produção. Escolher uma boa variedade para plantio é, pois, muito importante. As variedades de cana que são adequadas para produção de açúcar e álcool são também boas para a produção de aguardente (CARDOSO, 2006).

2.3.8 Adubação

Para as recomendações de corretivos e fertilizantes, o primeiro passo é a análise do solo. A partir do resultado e identificadas as deficiências, recomendam-se as quantidades de calcário e fertilizante a serem empregadas no solo. O segundo passo é a identificação do sistema de produção ser orgânico ou convencional. Os fertilizantes orgânicos ou minerais são necessários para suprir as carências nutricionais do solo e atender às exigências da cana-de-açúcar. Já a matéria-orgânica é fator importante na produção agrícola, valorizando, além dos aspectos químicos, as propriedades físicas e biológicas do solo (SEBRAE-MG, 2001).

A adubação, assim como as demais práticas agrícolas, devem levar em consideração a sustentabilidade do processo como um todo e a conservação do ambiente. Durante a sulcação surge a principal oportunidade de fazer a adubação próxima do sistema radicular da cana que irá brotar. Nessa ocasião é necessário utilizar os nutrientes necessários para a implantação da cultura, conforme os teores dos nutrientes presentes no solo (TABELAS 2 e 3) (SEGATO et al, 2006).

TABELA 2 - Interpretação geral dos resultados de análise do solo (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1997).

Teor no solo	Determinações					
	pH água	Materia orgânica	cátions trocáveis			
			Ca	Mg	Ca+Mg	K
		% (m/v)		cmolc/L		mg/L
Limitante	-	-	-	-	-	≤ 20
Muito baixo	≤ 5,0	-	-	-	-	21-40
Baixo	5,1 - 5,5	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 0,5	≤ 2,5	41-60
Médio	5,6 - 6,0	2,6 - 5,0	2,1 - 4,0	0,6 - 1,0	2,6 - 5,0	61-80
Suficiente	-	-	-	-	-	81-120
Alto	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 1,0	> 5,0	>120

Unidades: % (m/v) = relação massa/volume; cmolc/L (centimol de carga por litro de solo) = me/100 mL ou me/dL; mg/L (miligrama por litro de solo) = ppm (massa/volume)

TABELA 3 - Interpretação dos resultados da determinação de fósforo “extraível” do solo para as principais culturas (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1997).

Faixas de teor de P no solo	classe de solo*					
	1	2	3	4	5	6
	----- mg/L -----					
Limitante	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	-
Muito baixo	1,1 - 2,0	1,6 - 3,0	2,1 - 4,0	3,1 - 6,0	4,1 - 8,0	-
Baixo	2,1 - 4,0	3,1 - 6,0	4,1 - 9,0	6,1 - 12,0	8,1 - 16,0	≤ 3,0
Médio	4,1 - 6,0	6,1 - 9,0	9,1 - 14,0	12,1 - 18,0	16,1 - 24,0	3,1 - 6,0
Suficiente	> 6,0	> 9,0	> 14,0	> 18,0	> 24,0	> 6,0
Alto	> 8,0	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 30,0	-

* Classe 1: > 55% de argila
 Classe 2: 41 a 55% de argila
 Classe 3: 26 a 40% de argila
 Classe 4: 11 a 25% de argila
 Classe 5: 10% de argila
 Classe 6: solos alagados (arroz irrigado por inundação).

2.3.9 Colheita

A colheita da cana-de-açúcar reflete todo o trabalho desenvolvido e conduzido no campo ao longo do ciclo da cultura, culminando na entrega da matéria-prima para que a mesma seja processada e contribua na obtenção de um produto final de qualidade (CARDOSO, 2006).

Apesar de destinada a facilitar a colheita da cana-de-açúcar, a prática de queimar a palhada é um fator prejudicial à qualidade da cachaça. Tal conduta elimina a microbiota, responsável pela fermentação natural do caldo e acelera a deterioração da cana, ainda no campo, pela inversão mais rápida da sacarose em glicose e frutose. Além disso, acarreta o acúmulo de cinzas nas dornas de fermentação, interferindo negativamente no processo fermentativo. No que se refere ao paladar da cachaça, identifica-se com certa facilidade o

gosto de queimado (associado a aumento do teor de furfurool e compostos correlatos) que deprecia a qualidade do produto. A cana deve ser cortada o mais rente possível do solo. A prática correta do corte possibilita uma rebrota mais vigorosa e resistente dos rizomas, aumentando a longevidade do canavial (SEBRAE-MG, 2001).

2.4 CARACTERÍSTICAS DO LITORAL

O município de Morretes - PR, na avaliação do Sebrae - PR (2005), é um lugarejo um tanto pitoresco e interessante. Cercado de pequenos morros, situado na região sudeste paranaense. Conforme dados coletados na prefeitura de Morretes o município esta situado na zona fisiográfica do Litoral Paranaense, estendendo-se da encosta da Serra do Mar para o leste e limitando-se ao oeste com os municípios de São José dos Pinhais, Piraquara e Quatro Barras; ao norte com o município de Campina Grande do Sul; ao nordeste com o município de Antonina e a Baía de Paranaguá; ao leste com Paranaguá e ao sul e sudeste com o município de Guaratuba. A Fronteira oriental de Morretes fica a cerca de 35 km do mar. Todas as divisas municipais são formadas por acidentes geográficos, ao norte e oeste pelos espigões das Serras dos "Orgãos", da "Graciosa", do "Marumbi" e da "Farinha Seca", no sudeste pelas serras da "Igreja", das "Canavieiras" e da "Prata". A fundação de Morretes data de 1721 e pela Lei Provincial nº 16, de 01 de março de 1841, foi elevado à categoria de Município, sendo desmembrado de Antonina e instalado solenemente a 05 de julho de 1841. A 24 de maio de 1869, pela Lei Provincial nº. 188, passou a denominar-se Nhundiaquara e recebe os foros de Cidade, mas em 07 de abril de 1870, pela Lei nº. 227, voltou a denominar-se Morretes (MORRETES, 2006).

Conforme o Censo de 1996, o município tem uma área cultivada de 1.145 ha com várias culturas agrícolas, em 662.758 km² de área total, com uma população superior a 16.000 habitantes, sendo 7.207 na área urbana e 8.870 no meio rural (IBGE, 2006).

Localizado na latitude 25° 28' 37"S e longitude 48° 50' 04"W com altitude de 10 metros acima do nível do mar (EXPLOREBRASIL, 2006).

2.4.1 Clima

O município apresenta uma temperatura média de 25°C, oscilando da temperatura máxima de 37° até a mínima de 13°C. A precipitação média anual é de 2000 mm, sendo que os meses de junho, julho e agosto correspondem aos períodos de menor precipitação,

visualizados na Figura 2 (IAPAR, 1994), que corresponde ao período de indução à maturação da cultura (CARDOSO,2006).

O sistema de classificação de Köppen, baseado na temperatura e pluviosidade, apresenta um código de letras que designam grandes grupos e subgrupos climáticos, além de subdivisões para distinguir características estacionais de temperatura e pluviosidade. No litoral paranaense a série de dados meteorológicos possibilitou identificar o tipo climático “Af” – Clima tropical superúmido, sem estação seca, com temperatura média em todos os meses superior a 18°C (megatermico), precipitação média no mês mais seco acima de 60 mm e isento de geadas (IAPAR, 1994).

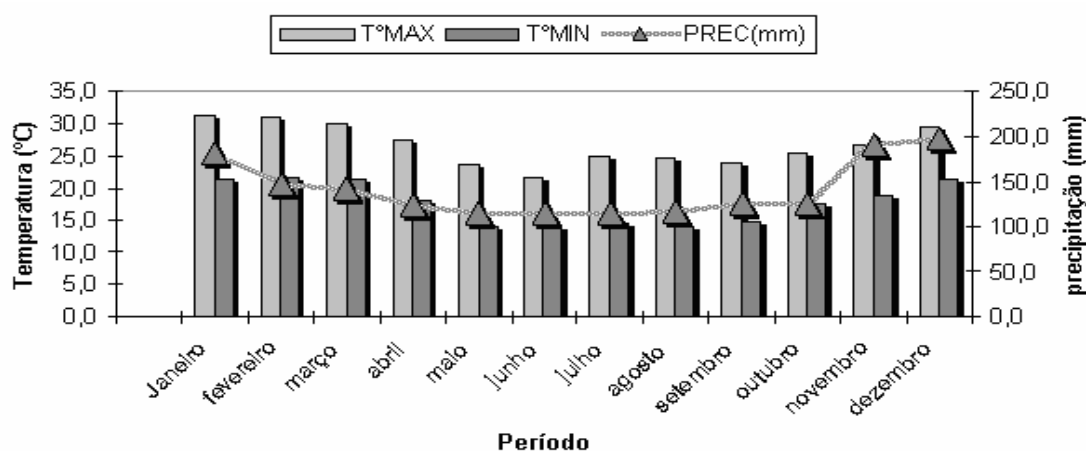


FIGURA 2 - Temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação nos meses de janeiro a dezembro de 2006, no município de Morretes - PR (IAPAR, 2007).

2.4.2 Solos

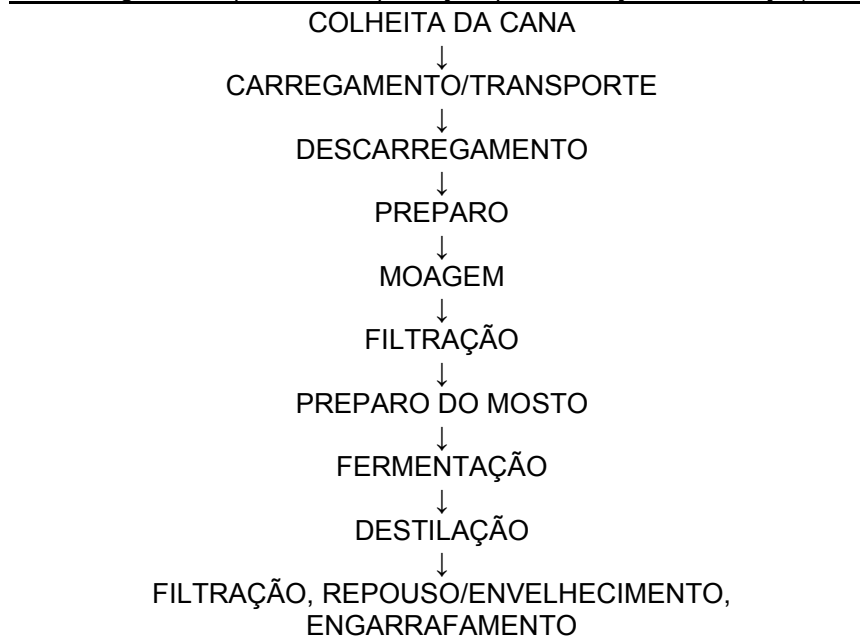
A planície litorânea é constituída essencialmente de depósitos mistos, continentais e marinhos, sendo que os primeiros comprovam níveis marinhos consideravelmente mais baixos que o atual, durante o Pleistoceno. São observados ainda morros isolados, ilhas e cadeias de elevações, formados de migmatitos, gnaises e xistos, modelados pela influência de um clima alternante seco e úmido (EMBRAPA, 1984; EMBRAPA, 1999).

Os solos de Morretes são em sua maioria classificados como cambissolos, existem ainda, latossolos vermelho-amarelo, neossolos litólicos e planossolos hidromórficos, também são encontrados alissolos e afloramentos de rocha (EMBRAPA, 1984; EMBRAPA, 1999 e PRADO, 2003).

2.5 PRODUÇÃO DE CACHAÇA

A produção de cachaça é uma atividade relativamente simples que vem se refinando através do tempo (FIGURA 3). A busca crescente de qualidade desafia todas as etapas do processo de produção, desde o plantio da cana ao envase do produto. Para avaliar a contribuição da evolução técnica agregada a cada etapa, é preciso evidenciar os parâmetros ótimos de seu funcionamento (SEBRAE-MG, 2001).

FIGURA 3: Fluxograma do processo de produção, para obtenção da cachaça (SILVA, 1995).



Após a fermentação, o mosto de cana passa a ser chamado vinho, compõe-se de água e álcool etílico em maiores proporções, e muitos outros compostos que constituem a chamada “fração não álcool”, ou também denominada “componentes secundários”, substâncias essas responsáveis pelo sabor e aroma das aguardentes. Os principais componentes da fração não álcool são: aldeído acético, ácido acético e ésteres desses ácidos, furfural e álcoois superiores como o amílico, isoamílico, butílico, isobutílico, propílico e isopropílico (LIMA, 1983).

Atualmente, o mercado consumidor está ávido por produtos de qualidade e que preservem o meio ambiente durante o processo de fabricação. Os produtos artesanais têm mais apelo comercial, permitindo ao micro, pequeno e médio produtor, a chance na competição com o chamado “produto industrial”, sendo imprescindível para isso a qualidade de seu produto (CAMPOS, 1999).

2.5.1 Moagem

A extração do caldo é um dos fatores que governam o rendimento de aguardente por tonelada de produto processado, estando este diretamente relacionado com o número e tipo de unidades esmagadoras, como também o perfeito desempenho das moendas. As destilarias que trabalham apenas com um terno têm a sua extração comprometida, não conseguindo extrações maiores do que 60%, em moendas desprovidas de reguladores de pressão, as chamadas “queixo duro”, enquanto que as dotadas de reguladores de pressão, os valores de extração atingem até 70%. A baixa extração é conseqüência, principalmente, da regulagem da moenda, da ausência de preparo de cana e da alimentação irregular (SALES, 2001; NOGUEIRA, 2005).

No que se refere à alimentação das moendas sem regulador de pressão, desde que a cana esteja bem preparada, a irregularidade de alimentação compromete tanto a extração como a capacidade, visto que, as aberturas são constantes.

2.5.2 Destilação

A prática de destilação é realizada em aparelhos descontínuos como o alambique simples e o de três corpos, e em aparelhos contínuos, como as colunas de destilação (STUPIELLO, 1992).

Os vinhos possuem vários compostos voláteis que destilam conforme o ponto de ebulição, afinidade com o álcool ou água e o teor alcoólico no vapor durante a destilação (LÉAUTÉ, 1990).

Durante a destilação em alambiques, muitas reações ocorrem e geram aromas delicados. Estas reações são função das características do vinho (como destilação de vinho com células de levedura, pH e acidez do mesmo); da dimensão do alambique; da temperatura gerada pela fonte de aquecimento; da duração da destilação e da limpeza do alambique. Algumas reações são conhecidas, como a hidrólise, esterificação, acetalização, reações com o cobre, e produção de furfural. Por exemplo, além da “quebra” de moléculas pode ocorrer o rearranjo das unidades geradas, com formação de: monoterpenos (linalol e alfa terpineol $\leq 1\text{mg/L}$); cetonas (α e β -iononas, $<0,01\text{ mg/L}$), e outros compostos (LÉAUTÉ, 1990).

Considerando apenas a destilação em alambique simples, tal como efetuada na fabricação artesanal de aguardente, distingue-se usualmente três frações destiladas, e Maia (1994) relata esta técnica usual de destilação:

- a) O “destilado de cabeça”, que corresponde às primeiras frações recolhidas na saída do alambique;
- b) O “destilado de coração”, que é a porção destilada que corresponde à aguardente;
- c) O “destilado de cauda”, ou “água fraca”, que é a última porção destilada, obtida quando a destilação não é interrompida após obtenção da aguardente.

Sabe-se que os componentes voláteis do vinho possuem diferentes graus de volatilidade, o que possibilita a separação por destilação. Segundo Barbet, citado por Novaes (1994), no que diz respeito à volatilidade, são denominados produtos de "cabeça" aqueles que apresentam ponto de ebulição inferior ao do álcool etílico e produtos de "cauda" os que possuem ponto de ebulição superior a ele. Contudo, determinados compostos comportam-se ora como produtos de "cabeça", ora como produtos de "cauda", segundo a concentração alcoólica do líquido submetido à destilação.

2.5.3 Separação das Frações da Cachaça

Os produtos de uma destilação são divididos em três frações denominadas cabeça, coração e cauda. Em alambiques simples, o destilado de coração, fração de melhor qualidade, deverá apresentar o teor alcoólico em torno de 45° a 50° GL (Gay Lussac) e portanto, é a porção do destilado à qual denomina-se cachaça. O destilado de cabeça, obtido na fase inicial da destilação, é rico em substâncias mais voláteis que o etanol e pode atingir graduação alcoólica entre 65° e 70° GL. Por sua vez, o destilado de cauda, ou água fraca, obtido no final da destilação, apresenta teor alcoólico abaixo de 38° GL e é rico em produtos indesejáveis, tais como furfural, ácido acético, álcoois superiores e outros. Os destilados de cabeça e de cauda comprometem o sabor da cachaça e prejudicam a saúde do consumidor quando incorporados à bebida (SEBRAE-MG, 2001).

2.6 LEGISLAÇÃO

A aguardente, bebida fermento-destilada com teor alcoólico entre 38 e 54% (BRASIL, 2005), é normalmente processada na forma industrial ou artesanal. No processo artesanal, as cachaças são elaboradas em pequena escala de acordo com as tradições. Geralmente, o produto é obtido por meio de fermentação alcoólica “natural” (uso de culturas de leveduras selvagens obtidas in loco) e destilação em alambiques de cobre (LIMA, 2004). É enquadrada como bebida destilado-retificada ou fermento-destilada e difere dos destilados alcoólicos simples que são os destilados com 55 - 85% V/V (volume/volume) em álcool,

obtidos pela destilação de mostos fermentados e constituem aguardentes fortes, não potáveis, usados na preparação de diversas bebidas (CAMPOS, 1999).

2.6.1 Denominações

De acordo com a instrução normativa número 13, de 29 de junho de 2005, cachaça é a denominação típica e exclusiva da Aguardente de Cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38% vol (trinta e oito por cento em volume) a 48% vol (quarenta e oito por cento em volume), a 20°C (vinte graus Celsius), obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até 6g/l (seis gramas por litro), expressos em sacarose. Ainda dentro desta definição a cachaça pode ter complementos na denominação, tais como: cachaça adoçada, cachaça envelhecida, cachaça premium e cachaça extra premium (BRASIL, 2005).

2.6.2 Qualidade

O teor alcoólico deve ser de 38 - 54 % V/V em álcool. O Decreto Federal 2314 de 04/09/1997, o artigo 91, estabelece a temperatura de 20°C como padrão de leitura do grau alcoólico. O teor máximo para acidez volátil é 150, para os ésteres é 200, para aldeídos é 30, para o furfural é 5, para álcoois superiores é 300 e para o metanol é 0,25, sendo todos os valores expressos em mg/100mL de álcool anidro (BRASIL, 1997).

Algumas aguardentes podem apresentar baixo teor alcoólico, isso pode ser ocasionado pela estocagem da cana-de-açúcar por muito tempo, (provavelmente sofrendo deteriorações fisiológicas e bacteriológicas), assim como perdas de álcool no decorrer da fermentação alcoólica, ocasionando redução do rendimento em álcool nessa etapa do processo. Contudo, tal não é responsável pela redução do teor alcoólico do destilado final (aguardente), cujo valor irá depender apenas do "modus operandi" do alambique de destilação. Também poderá ocorrer redução através da adição de água à bebida já pronta, nos estabelecimentos comerciais, prática essa muito utilizada pelos comerciantes (CAMPOS, 1999).

Pesquisas mostraram que a acidez volátil e o teor de cobre (com implicações consideráveis no campo sensorial e toxicológico das aguardentes) são os parâmetros mais comumente envolvidos na transgressão da legislação vigente (VARGAS e GLORIA, 1995; SILVA e NOBREGA, 2001).

Os produtos fermentados contêm um grande número de compostos voláteis que destilam segundo três critérios: ponto de ebulição, afinidade com o álcool ou água e teor alcoólico no vapor durante a destilação (LÉAUTÉ, 1990).

O comportamento das diferentes impurezas (compostos secundários) em relação ao álcool etílico no decorrer de qualquer operação de destilação está relacionado às suas diferentes solubilidades no etanol, segundo Ernesto Sorel citado por Novaes (1994).

Análises efetuadas por cromatografia gasosa têm demonstrado que, além da água e do álcool etílico, um destilado bruto apresenta cerca de duas centenas de outros componentes voláteis, dos quais a quase totalidade tem natureza líquida. Considerando individualmente aquelas substâncias, verifica-se que seus pontos de ebulição variam desde 19°C até 268°C, sendo muito próximos uns dos outros e, algumas vezes, praticamente coincidentes (BIZELLI et al., 2000).

2.7 COMPOSTOS SECUNDÁRIOS DA CACHAÇA E A SAÚDE

Durante a fermentação alcoólica, ocorre o desdobramento dos açúcares do caldo da cana com formação, principalmente, de álcool etílico e dióxido de carbono. Além desses, há a formação de outros componentes, denominados componentes secundários da fermentação alcoólica.

2.7.1 Acidez

A acidez de uma cachaça é de grande importância, constituindo um fator de qualidade, uma vez que durante sua produção os ácidos reagem com os álcoois presentes, aumentando a formação dos ésteres, que são um dos constituintes responsáveis pelo aroma. O excesso de acidez promove sabor indesejado e ligeiramente “agressivo” em aguardente de cana, depreciando a qualidade da bebida (CHERUBIN, 1998).

Nóbrega (1994) descreve que é normal uma aguardente de cana que passou por um processo de destilação ter carregado consigo uma discreta quantidade de ácidos, principalmente os voláteis, sendo a acidez expressa como volátil, fixa e total (soma das duas anteriores). Em bebidas destiladas Novaes et al. (1974) e Whiting (1976) citam como ácidos voláteis presentes: fórmico, acético, láctico e butírico; como fixos: málico, succínico, fumárico, cítrico e tartárico.

Os ácidos orgânicos têm suas características próprias de sabor. O ácido succínico tem um sabor salgado "salty" incomum, amargo, além da sua acidez. O ácido acético apresenta aroma característico e efeito no palato posterior (WHITING, 1976).

Bizelli et al. (2000) destacam o papel da acidez em relação aos teores de cobre da aguardente e Boza e Horii (2000) afirmam que os teores de cobre durante a destilação da aguardente acompanham os teores de acidez encontrados no destilado, sendo elevado principalmente na fração "cauda". Estes autores concluem que separando-se a fração "cauda" a qualidade da aguardente será melhorada, segundo os padrões oficiais de qualidade, pela redução dos níveis de cobre.

Dentre os ácidos, produtos secundários da fermentação alcoólica, o ácido acético tem sido quantitativamente o principal componente da fração ácida das aguardentes, tendo sido expresso em acidez volátil (LIMA e NOBREGA, 2004; NYKAMEN e NYKAMEN, 1983).

O lêvedo *Sacharomyces cerevisiae* na presença de oxigênio pode converter até 30% do açúcar do mosto em ácido acético. Existem ainda os ácidos graxos que são produzidos durante o período de aeração das leveduras para a formação do mosto fermentativo, sendo esses altamente indesejáveis, porque seu arraste durante a destilação acarreta turvação e aromas desagradáveis na bebida (FARIA, 1989; MAIA, 1994).

A alta acidez presente em aguardentes pode ser atribuída à contaminação da cana ou do próprio mosto fermentativo por bactérias acéticas e outras, seja na estocagem da cana ou no próprio caldo de cana, fazendo com que parte do substrato sofra fermentação acética, elevando, assim, a acidez e diminuindo o rendimento da produção de etanol (CAMPOS, 1999).

3 METODOLOGIA MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O trabalho foi conduzido em dez propriedades distribuídas aleatoriamente no município de Morretes, onde foram descritas as áreas escolhidas para as amostragens e os tratamentos e características de cada local para identificar cada área amostrada como um sistema de produção.

O experimento foi conduzido no município de Morretes - PR (FIGURA 4).

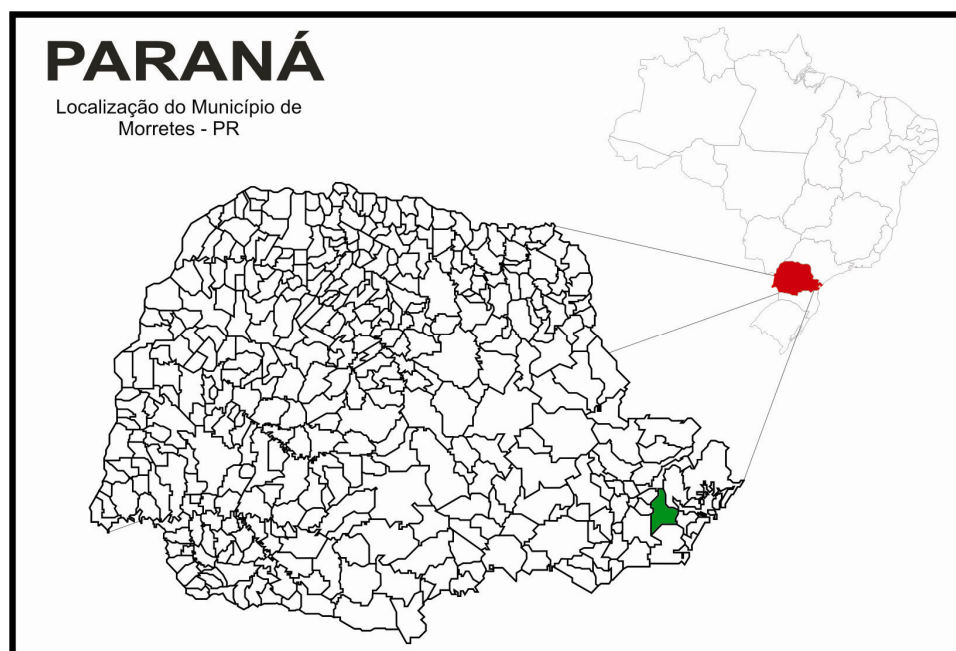


FIGURA 4 - Localização de Morretes no Estado do Paraná, Brasil.

As imagens de satélite, com a localização geográfica das propriedades e delimitação espacial das mesmas, foram obtidas com o software de visualização do globo terrestre (GOOGLE, 2007) e foram utilizadas como ferramenta facilitadora para identificação e descrição dos sistemas de produção.

3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO

As características climáticas da região, durante o ano de 2006 e no período de realização do trabalho (dezembro/2006 e janeiro/2007), foram levantadas junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (FIGURAS 5 e 6).

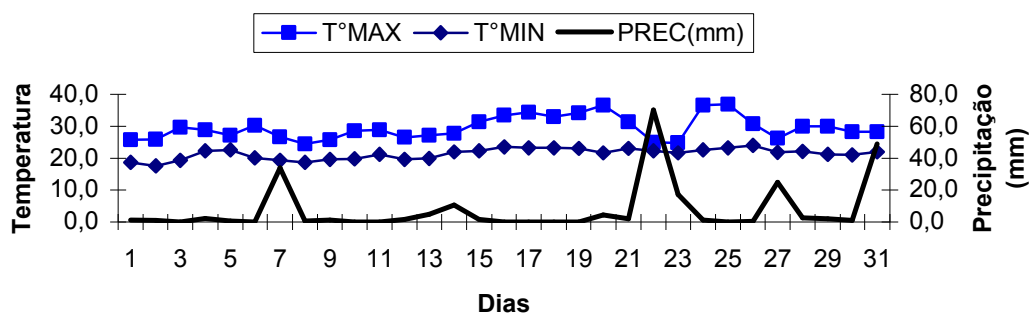


FIGURA 5 - Temperatura máxima (°C), mínima (°C) e precipitação diária (mm) no mês de dezembro de 2006 no município de Morretes – PR.

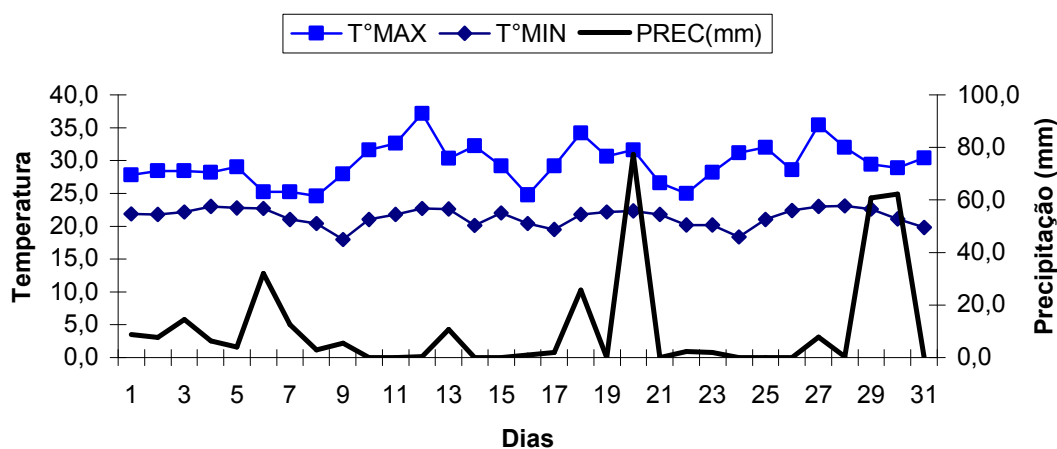


FIGURA 6 - Temperatura máxima (°C), mínima (°C) e precipitação diária (mm) no mês de janeiro de 2007 no município de Morretes – PR.

3.3 ÉPOCA DE AVALIAÇÃO

O experimento foi realizado em duas épocas, sendo a primeira em dezembro de 2006 e a segunda em janeiro de 2007. A escolha da época para realização do trabalho ocorreu pela indicação dos agricultores envolvidos, disponibilidade de tempo dos mesmos, logística de transporte e processamento da cana no alambique durante este período.

3.4 PRODUTORES DE CACHAÇA

Para selecionar os sistemas de produção da cana-de-açúcar, foram visitados treze produtores de cana-de-açúcar no município de Morretes, com o acompanhamento de um líder do município que conhece e compra cana de vários produtores locais.

Com a escolha dos produtores procedeu-se a elaboração de um questionário semi-estruturado (ANEXO 1) para realizar o diagnóstico da produção de cana-de-açúcar de Morretes, baseado no “Diagnóstico da Cachaça de Minas Gerais” (SEBRAE-MG, 2001).

3.4.1 Descrição das Propriedades

O sistema de produção 01(S01) foi identificado pelas coordenadas geográficas 25°30'27,62” S e 48°48'36,27” W. A declividade era superior a 15%, sendo classificado como cana de morro, para fins da realização do trabalho (FIGURA 7).

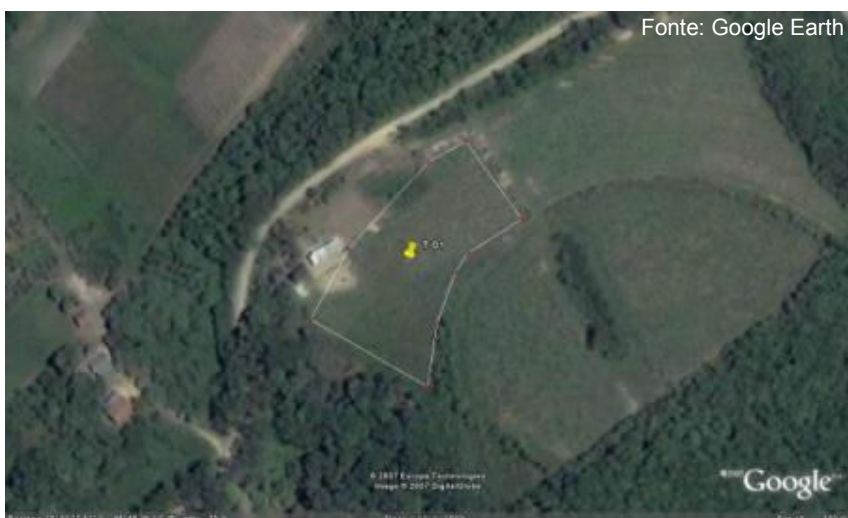


FIGURA 7 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S01.

O sistema de produção 02 (S02) é um terreno plano com declividade inferior a 5%, sendo localizado a poucos metros de um córrego, com as coordenadas 25° 29' 50,16” S e 48° 52' 03,57” W (FIGURA 8).



FIGURA 8 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S02.

O sistema de produção 03 (S03) é identificado pelas coordenadas 25°29'24,61" S e 48°50'05,03" W e apresenta declividade inferior a 5%, caracterizando como relevo plano (FIGURA 9).



FIGURA 9 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S03.

O sistema de produção 04 (S04), identificado pelas coordenadas 25°29'45,42" S e 48°52'06,84" W, localiza-se entre a mata que proporciona sombreamento da cultura e vertentes de água entre a mata que mantêm o solo encharcado, onde a declividade inferior a 5% corresponde ao relevo plano (FIGURA 10).



FIGURA 10 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S04.

O sistema de produção 05 (S05) está próximo da coordenada geográfica, $25^{\circ} 29'33,66''$ S e $48^{\circ} 50'11,69''$ W, o sistema apresenta relevo suave ondulado com declividade entre 5 e 15% (FIGURA 11).



FIGURA 11 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S05.

O sistema de produção 06 (S06), localizado pelas coordenadas $25^{\circ}30'16,17''$ S e $48^{\circ}49'34,25''$ W, apresenta relevo plano, declividade inferior a 5% e canais de drenagem que permitem redução da umidade e excesso da água (FIGURA 12).



FIGURA 12 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S06.

O sistema de produção 07 (S07), está situado próximo ao ponto geográfico identificado pelas coordenadas $25^{\circ}31'37,71''$ S e $48^{\circ}49'38,20''$ W. Trata-se de um terreno com declividade superior a 15% (FIGURA 13).



FIGURA 13 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S07.

O sistema de produção 08 (S08) foi identificado pelas coordenadas geográficas $25^{\circ}30'39,74''$ S e $48^{\circ}49'53,44''$ W, apresentando relevo com declividade inferior a 5% (FIGURA 14).



FIGURA 14 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S08.

O sistema de produção 09 (S09) situado próximo à coordenada $25^{\circ}28'02,65''$ S e $48^{\circ}49'54,01''$ W com terreno plano de declive inferior a 5% situando-se próximo ao leito do rio Nhundiaquara (FIGURA 15).



FIGURA 15 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S09.

O sistema de produção 10 (S10), localizado pela coordenada geográfica $25^{\circ}26'20,77''$ S e $48^{\circ}52'18,34''$ W, apresenta relevo plano inferior a 5% (FIGURA 16).



FIGURA 16 - Demarcação da área correspondente ao sistema de produção S10.

3.5 LOCAL DE INDUSTRIALIZAÇÃO

A destilação da cana de todos os sistemas de produção foi realizada separadamente, sendo uma por dia e todas no mesmo alambique para não ter a influência do equipamento na qualidade da bebida. O processamento da cana foi realizado no Alambique Engenho Novo de propriedade de Marcel Duszczak (FIGURA 17).



FIGURA 17 - Instalações do Alambique Engenho Novo

A propriedade escolhida para a realização da destilação ocorreu com o consenso do proprietário do estabelecimento e produtores envolvidos, visto que, o volume de vinho necessário para cada alambicada é de 170 litros. O equipamento é um dos menores encontrados e facilita a logística, pois a quantidade de cana necessária é menor. Outro fator

determinante na escolha é de que o engenho não para na entre safra da cana, trabalhando e alambicando o ano todo, o que possibilitou a realização do trabalho durante o período de entre safra (dezembro/06 e janeiro/07). Esta época foi escolhida por facilitar os trabalhos e a logística disponível para acompanhamento das variáveis no campo e no alambique.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

Os sistemas de produção foram avaliados através da identificação do perfil dos produtores amostrados com o auxílio de um questionário e entrevista aos produtores, o que incluiu a verificação dos produtos utilizados no plantio, no manejo e na condução dos canaviais. As atividades praticadas pelos produtores e identificadas nos questionários foram levadas em consideração para discutir sobre os valores obtidos na produtividade estimada em toneladas de cana por hectare (TCH), no brix e na qualidade dos subprodutos avaliados.

3.6.1 Questionário

O questionário, aplicado aos produtores amostrados para identificar as características dos agricultores e das propriedades rurais de Morretes, foi baseado na metodologia usada pelo Sebrae-MG (2001), adaptado para a região e necessidade do trabalho (ANEXO 1).

3.6.2 Fertilidade de Solo

Em cada sistema de produção foram feitas amostragens compostas nas profundidades de 0-20 cm, com tradagens em aproximadamente 10 a 15 pontos por sistema de produção e posterior homogeneização, para compor uma amostra de 500g de solo. As amostras foram enviadas para o Laboratório de Análise de Solo, no Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

3.6.3 Análise da Produtividade

Em cada sistema de produção foram selecionadas quatro parcelas com quatro linhas de largura e cinco metros de comprimento. Dentro de cada parcela foram retiradas três amostras, ao acaso, com dez colmos seguidos na linha, para pesagem e avaliação da massa média de um colmo (M1C). A contagem do número de colmos por metro (NCM⁻¹) e a

área da parcela (largura x comprimento) foram utilizados para analisar a produtividade em toneladas de cana por hectare (TCH), exemplificado na Figura 18, conforme metodologia de Mariotti e Lascano (1969).

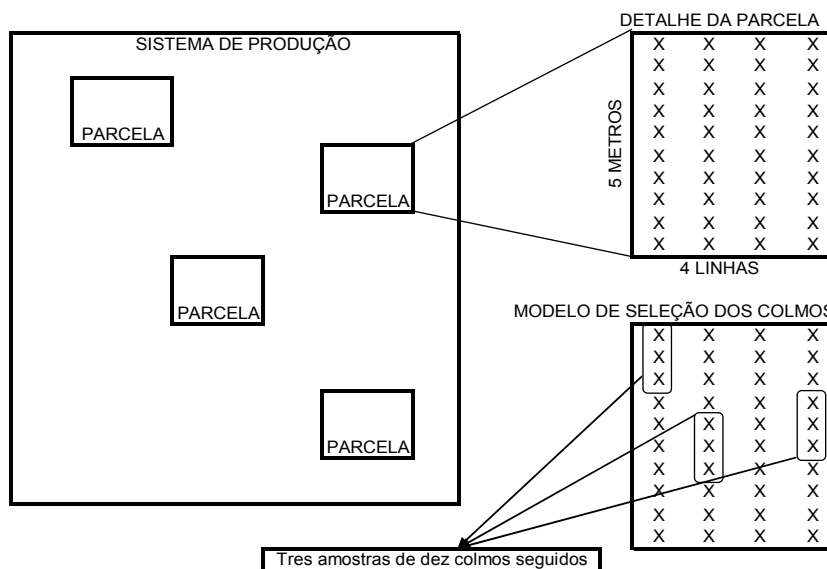


FIGURA 18 - Croqui da análise de produtividade.

3.6.4 Análise do Brix no Colmo

O Brix do colmo foi avaliado com um refratômetro manual, no dia da coleta do material para destilação no engenho. Os materiais utilizados para a leitura do Brix foram algumas das canas cortadas para produção da cachaça, de cada um dos sistemas. A leitura foi feita utilizando-se algumas gotas do caldo retirado na base e na ponta da cana-de-açúcar. O valor utilizado foi a média obtida nas duas leituras.

A primeira repetição ocorreu em dezembro de 2006 e a segunda em janeiro de 2007, procedendo da mesma maneira nas duas repetições, conforme especificado acima.

A leitura do Brix é realizada usualmente para determinar o estágio de maturação da cultura, estabelecendo uma correlação entre o teor de sólidos da base e do ápice. (PARANHOS, 1987).

3.6.5 Variedade

A variedade utilizada é denominada popularmente de havaianinha. O local de origem e denominação original desta variedade perdeu-se ao longo do tempo. As principais características desta variedades são: germinação e crescimento rápido, elevado rendimento

de caldo, despalha fácil, maior facilidade de moagem e possui menor variação no teor de sacarose ao longo do ano.

3.6.6 Localização do Talhão

A localização do terreno foi realizada com o auxílio do produtor. Em cada uma das propriedades o produtor indicou qual o talhão que ele tinha maior interesse de conhecer as variáveis estudadas.

3.6.7 Insumos Utilizados

Uma das variáveis utilizadas para diferenciar os sistemas de produção de cana-de-açúcar no município de Morretes-PR, foi a utilização dos insumos agrícolas, tais como, adubação orgânica com esterco e bagaço com vinhoto de cana ou adubação química com formulado de N-P-K (nitrogênio, fósforo e potássio). Foi realizado um levantamento junto aos produtores e responsáveis pela cultura da cana-de-açúcar em cada uma das propriedades sobre quais insumos eram utilizados desde o plantio até a colheita e tratamento das soqueiras. O tipo de adubação utilizada e o controle de ervas-daninhas foram as variáveis mais analisadas, pois nenhum produtor realiza tratamento de pragas (insetos) e/ou doenças.

3.7 AVALIAÇÕES NO CALDO

3.7.1 Análise no Brix do Caldo

A análise do Brix do caldo foi realizada após a passagem do caldo pelo decantador com um sacarímetro de Brix. O caldo que apresentava o Brix superior a 15° foi diluído até este patamar, para facilitar a ação das leveduras presentes na fermentação.

3.7.2 Acidez do Caldo

As amostras coletadas de caldo para avaliar a acidez do caldo foram acondicionadas em embalagens plásticas novas, de 1 litro, com tampa e permaneceram em geladeira até o momento das análises.

A acidez do caldo foi avaliada, por titulação, logo após a passagem do mesmo pela caixa de decantação, em cada amostra foi realizada a leitura em duplicata para diminuir os

erros, quando os valores obtidos eram muito contrastantes (>5%) era realizada a terceira leitura e eliminou-se os valores mais discrepantes.

O volume de NaOH obtido na titulação foi submetido à metodologia adaptada de Maia (2006), conforme cálculo abaixo:

Acidez volátil (g ac. acético/ 100 mL caldo) = $(N \text{ NaOH} \times \text{Eq.g ac. acético} \times \text{Ft. conversão de L p/100 mL} / V_{\text{amostra}}) \times V_{\text{NaOH}} \times Fc_{\text{NaOH}}$.

Onde: **N** = Normalidade do hidróxido de sódio utilizado na titulação;

Equivalente grama de ácido acético = 60

V_{amostra} = Volume da amostra utilizado para realizar a titulação

Fc_{NaOH} = 0,9987

V_{NaOH} = variável obtida por titulação

3.7.3 Rendimento do Caldo

Para avaliar o rendimento do caldo, utilizou-se o volume de caldo produzido por Kg de cana moída e extrapolaram-se os valores para determinar o rendimento, em litros de caldo por toneladas de cana.

3.8 AVALIAÇÃO NO VINHO

O vinho corresponde ao caldo da cana, que após o processo de diluição passa a chamar-se mosto e ao final do processo de fermentação denomina-se vinho.

3.8.1 Acidez do Vinho

A acidez do vinho foi determinada por titulometria. Diluiu-se 25 ml de vinho em 100 ml de água deionizada, acrescentou-se 3 gotas de indicador (fenolftaleína 1%) e utilizando uma bureta graduada, acrescentou-se hidróxido de sódio 0,5 N até a solução atingir coloração rosácea. O valor é expresso em gramas de ácido acético/ 100 mL de vinho, conforme metodologia adaptada de Maia (2006), descrita abaixo:

Acidez volátil (g ac. acético/ 100 mL caldo) = $(N \text{ NaOH} \times \text{Eq.g ac. acético} \times \text{Ft. conversão de L p/100 mL} / V_{\text{amostra}}) \times V_{\text{NaOH}} \times Fc_{\text{NaOH}}$.

Onde: **N** = Normalidade do hidróxido de sódio utilizado na titulação;

Eq. g ac. acético = 60

V_{amostra} = Volume da amostra utilizado para realizar a titulação

$$F_{\text{NaOH}} = 0,9987$$

V_{NaOH} = variável obtida por titulação

A acidez fornece informações sobre o conteúdo total de substâncias ácidas, que podem apresentar grande diversidade de estruturas químicas. A faixa normal para a acidez do vinho é entre 0,3 e 6,0 em gramas de ácido acético/ 100 mL de vinho. A ocorrência de valores mais altos pode ser indicativa de contaminação por bactérias lácticas e/ou acéticas (MAIA, 2006).

3.8.2 Volume de Álcool no Vinho (%)

Determinou-se o volume de álcool no vinho utilizando um ebuliômetro. A aferição do equipamento foi realizada diariamente com água deionizada para verificar o ponto de ebulição da água. Em uma régua graduada, a temperatura de ebulição da água era fixada no valor obtido através da leitura do termômetro no momento de estabilização da temperatura de ebulição. A temperatura de ebulição dos vinhos era comparada com a da água, e o resultado aparecia direto na régua em % v/v de álcool.

3.9 AVALIAÇÕES NA CACHAÇA

3.9.1 Acidez Volátil em Ácido Acético

A acidez volátil da cachaça foi determinada por titulometria utilizando-se hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, para 100 mL do destilado e 3 gotas da solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, resultando no valor de acidez total expresso em mg ácido acético/ 100 mL de destilado (MAIA, 2006), descrito abaixo:

Acidez volátil (mg ac. acético/ 100 mL destilado) = Normalidade da solução de NaOH x Eq. g ac. acético (60) x Fator de conversão de L para 100 mL x Fator de correção de g para mg/ volume da amostra x Volume de NaOH x Fator de Correção de NaOH (0,9987).

3.9.2 Graduação Alcoólica

Determinou-se o grau alcoólico do destilado com um alcoômetro Gay Lussac (escala de 0 a 100°GL). Utilizou-se um termômetro para medir a temperatura do destilado no momento da leitura da graduação alcoólica para correlacionar com o valor tabelado de leitura a 20°C,

conforme legislação específica (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O destilado utilizado para as avaliações foi coletado quando o teor alcoólico atingia 40°GL, no volume total, sendo que o corte de cabeça conforme citado anteriormente era de dois litros e corte para a cauda era realizando quando o destilado começava a ficar com aparência turva.

3.10 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados dos questionários aplicados aos produtores para definição do perfil foram submetidos a análise individual, de cada uma das questões e do comparativo entre os sistemas analisando as médias e porcentagens em cada variável abordadas.

O resultado da análise de solo foi comparado com os valores recomendados pela literatura e apresentados como muito baixos ou limitantes, baixos, médios e altos.

Para a análise dos dados, foram utilizados os valores médios e submetidos à ANOVA, para obtenção dos respectivos valores de $F_{\text{calculado}}$ e valor P (α), além do coeficiente de variação (CV%).

Na análise da produtividade utilizou-se o DIC (delineamento inteiramente casualizado), quando $F_{\text{calculado}}$ para as médias foi significativo, os valores foram submetidos à análise de comparação de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Conforme os parâmetros, abaixo descritos, os dez sistemas de produção foram identificados, sendo que cada sistema de produção representou um tratamento.

4.1.1 Perfil do Produtor

Como podemos observar na Tabela 4 em 40% dos sistemas, os produtores estão compreendidos na faixa etária de 31 a 40 anos, 50% têm entre 41 e 50 anos e 10% têm acima de 50 anos. Portanto em relação à idade do produtor, não foi identificada a presença de jovens no sistema de produção de cana-de-açúcar.

TABELA 4 - Faixa etária dos produtores de cana-de-açúcar amostrados no município de Morretes-PR, 2006.

Sistema de Produção	Faixa etária		
	31 a 40	41 a 50	> 50
S01	X		
S02		X	
S03		X	
S04		X	
S05		X	
S06		X	
S07	X		
S08	X		
S09			X
S10	X		
Total %	40%	50%	10%

Referente à produção de cana e a fonte de renda do produtor, visualizamos na Tabela 5, que 80% das propriedades tem a cultura da cana como principal atividade. Do total de produtores avaliados, 50% utilizam tudo o que é produzido, 30% utiliza parte da produção e vende o excedente, além destes, 20% dos produtores vendem toda a produção de cana.

TABELA 5 - Característica e destino da produção de cana-de-açúcar, no município de Morretes-PR, 2006.

Característica da produção de cana	SIM	NÃO
É a principal atividade	8	2
É uma atividade secundária	2	8
Destino da produção	SIM	NÃO
Utiliza tudo o que é produzido	5	5
Utiliza parte do que é produzido	3	7
Vende toda a produção	2	8

Com relação à idade dos canaviais, em Morretes, os plantios têm em média 4 anos, variando de 3 a 7 anos (TABELA 6) e os canaviais mais velhos tendem a reduzir a produtividade.

TABELA 6 - Idade dos canaviais, no município de Morretes-PR, 2006.

Idade dos canaviais	ANOS
S01	4
S02	3
S03	3
S04	3
S05	4
S06	3
S07	7
S08	4
S09	4
S10	6
Média	4

Quanto à orientação técnica, tanto na implantação e manejo dos canaviais quanto na produção de cachaça, 50% dos agricultores recebem orientação, sendo que, 80% do auxílio técnico ocorre através do corpo docente da Universidade Federal do Paraná (UFPR) de modo formal e/ou informal (TABELA 7).

Outra fonte de informações técnicas para 20% dos produtores são os técnicos das revendas de insumos agrícolas.

TABELA 7 - Fonte de orientação técnica aos produtores de cana-de-açúcar, no município de Morretes-PR, 2006.

Orientação técnica	NÃO	SIM	
		revendas	UFPR
S01	X		
S02		X	X
S03	X		
S04		X	X
S05	X		
S06		X	X
S07		X	X
S08		X	X
S09	X		
S10	X		
%	50%	50%	

Com relação à mão-de-obra utilizada nas propriedades, 40% é familiar e 60% utilizam mão-de-obra terceirizada em algumas etapas da cadeia produtiva, o que caracteriza

o sistema como agricultura familiar, na maioria das propriedades, como podemos observar na Tabela 8.

TABELA 8 - Mão-de-obra utilizada na produção de cana, no município de Morretes-PR, 2006.

Mão-de-obra	familiar	terceiros	quantidade
S01	X		
S02		X	8
S03	X		
S04		X	8
S05	X		
S06		X	3
S07		X	2
S08		X	2
S09	X		
S10		X	2

A utilização da mão-de-obra estritamente familiar em grande parte das propriedades, deve-se ao grande número de pequenas propriedades oriundas de assentamentos realizados pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). Em relação aos produtores analisados 30% deles possuem uma área de até 5 hectares, 20% com área entre 6 e 15 hectares, 30% com áreas de 15 a 50 hectares e 20% com propriedades maiores que 51 hectares, conforme Tabela 9.

TABELA 9 - Tamanho das propriedades com áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, no município de Morretes - PR, 2006.

Tamanho da propriedade (ha)	
S01	5
S02	39
S03	15
S04	39
S05	5
S06	48
S07	100
S08	100
S09	5
S10	12

As áreas de cultivo da cana-de-açúcar foram definidas em áreas planas, ocupando uma extensão de 111 hectares e áreas com declive mais acentuado (cana de morro) com 39 hectares (TABELA 10). Para identificar o momento de colheita, 80% dos produtores baseiam-se na maturação identificada através da experiência e da prática como observadores e 20% utilizam o período decorrido do último corte, assim podemos verificar que ainda existe uma deficiência muito grande no emprego de tecnologia e utilização de

equipamentos com maior precisão para identificar o início da colheita e o ponto de maturação ideal (TABELA 11).

TABELA 10 - Área cultivada com cana-de-açúcar, por sistemas de produção e declividade, no município de Morretes - PR (2006).

ÁREA UTILIZADA PARA PLANTIO DA CANA E DECLIVE DAS ÁREAS											
Sistema de produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
MORRO (ha)	2	15	2	15			2	2			39
PLANO (ha)		24	7	24	2	19	15	15	2	2	111

TABELA 11 - Método utilizado para identificação do ponto de maturação e momento de colheita nos canaviais do município de Morretes - PR (2006)

IDENTIFICAÇÃO DO MOMENTO DE COLHEITA											
Sistema de produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
MATURAÇÃO VISUAL		1	1		1		1	1	1	1	80%
PERÍODO DECORRIDO/ÉPOCA				1		1					20%

Nos próximos anos, 40% dos agricultores entrevistados pretendem expandir a área cultivada com cana, 20% pretendem reduzir a área plantada e outros 40% pretendem manter a área com cana, realizando apenas algumas operações de renovação quando necessário, mostrando um aumento na área plantada com cana-de-açúcar, assim como vem ocorrendo no cenário nacional, reflexo da valorização da cadeia produtiva da cachaça, do álcool e do açúcar (TABELA 12).

TABELA 12 - Perspectivas para os próximos anos em relação ao tamanho das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no município de Morretes - PR, 2006.

RENOVAÇÃO DAS ÁREAS											
Sistema de produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
AUMENTAR		1		1			1	1			40%
MANTER	1					1			1	1	40%
DIMINUIR			1		1						20%

A prática de análise do solo, muito importante para monitorar a fertilidade do solo, é a principal fonte de informações sobre as características químicas e físicas do solo, para realizar os cálculos de calagem e adubação, conforme a necessidade da cultura. A realidade observada no local mostrou que 60% das propriedades realizam a análise do solo, porém apenas 10% realizam essa prática com frequência para renovação das áreas (TABELA 13). Em relação à utilização de calcário (calagem), 80% dos agricultores utilizam o produto, ou seja, 20% dos produtores utilizam a prática de aplicação de produtos na lavoura de cana sem nenhuma informação técnica/científica, essa aplicação de forma empírica pode ocasionar sérios problemas de produtividade e levar à deficiência de alguns nutrientes para a planta.

TABELA 13 - Percentual de produtores amostrados que realizam análise do solo e calagem nas áreas com cultivo de cana-de-açúcar, no município de Morretes - PR, 2006.

ANÁLISE DO SOLO											
Sistema de produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
SIM		1	1	1		1	1	1			60%
NÃO	1				1				1	1	40%

CALAGEM											
Sistema de produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
SIM	1	1	1	1		1	1	1		1	80%
NÃO					1				1		20%

As principais fontes de adubação, na atualidade, são de origem orgânica ou de origem mineral. Entre os produtores de cana-de-açúcar de Morretes a adubação predominante é a orgânica, presente em 80% dos casos e a mineral em 10%, sendo que alguns produtores não utilizam nenhuma fonte de adubação, além dos restos culturais.

Nas propriedades onde é utilizado o adubo orgânico, a quantidade é quase sempre desconhecida, e os produtos mais utilizados são os subprodutos da fabricação da cachaça (bagaço e vinhoto) usados em 80% das propriedades, outras fontes de adubo orgânico, levantadas em 40% das propriedades são os restos culturais (folhas e ponteiros) suplementados pela aplicação de esterco bovino. No caso da adubação mineral é utilizado o formulado 00-20-25, na dosagem de 600 Kg/ha no plantio e após os cortes das socas.

Um problema sério na região é a mato-competição. Para controlar o desenvolvimento e/ou predomínio das plantas daninhas 80% dos agricultores utilizam de artifícios químicos ou manuais para o controle como pode ser observado na Tabela 14.

TABELA 14 - Método utilizado para o controle de plantas daninhas e número de intervenções realizadas nos canaviais do município de Morretes - PR, 2006.

Realiza controle de pragas, doenças e plantas daninhas?											% / MÉDIA
Sistema de produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	
SIM	1		1		1	1	1	1	1	1	80%
CAPINA	Sim		Sim		Sim		Sim	Sim	Sim	Sim	88%
QUANTIDADE	2		2		1		1	1	2	2	1,57*
HERBICIDA	1					1			1	1	50%
DOSE	NS					8l/ha			NS	NS	
NAO		1		1							20%

NS – produtor não sabia informar a dosagem utilizada.

* - os produtores que controlam as plantas daninhas utilizam aproximadamente três capinas a cada dois anos.

A variedade é outro fator importante, relacionado à produtividade. No município a variedade mais difundida é a havaianinha, presente em todas as propriedades, além dessa, podem ser encontradas variedades como: branca mole, branca dura, variedades RB, e outras variedades desconhecidas ou não identificadas pelos produtores, que compõem as

reboleiras dos plantios como mistura varietal, devido à inexistência de seleção e controle das mudas utilizadas para o plantio e renovação das áreas (TABELA 15).

TABELA 15 - Variedades existentes e variedade utilizada no último plantio, nas propriedades avaliadas no município de Morretes - PR.

VARIEDADE UTILIZADA NO ULTIMO PLANTIO											
Sistema de prod	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
HAVAIANINHA	1	1	1	1	1		1	1	1	1	90%
OUTRAS						1					10%
VARIEDADES EXISTENTES NAS PROPRIEDADES											
Sistema de prod	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
HAVAIANINHA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
BRANCA MOLE						1	1	1			30%
BRANCA DURA					1		1	1			30%
Variedades e clones RB						1	1	1			30%
OUTRAS		1		1		1	1	1			50%

Para o plantio 70% dos produtores utilizam espaçamento de 1,2 a 1,4m entre linhas, sendo que os outros produtores utilizam espaçamento inferior a este (TABELA 16), sendo que, para os menores espaçamentos encontrados, um metro entre linhas no sistema de produção número 6, foi o sistema com maior produtividade por área (TABELA 20), confirmando as hipóteses de Cardoso (2006).

TABELA 16 - Espaçamentos de plantio entre linhas de cana-de-açúcar utilizados nos canaviais do município de Morretes - PR, 2006.

ESPAÇAMENTO											
Sistema de Produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Total
1 A 1,2 m		X	X			X					30%
1,2 A 1,4 m	X			X	X		X	X	X	X	70%

No momento da colheita os produtores não utilizam a queima da palha, pois esta prática promove a exudação da cana e a presença de uma quantidade maior de impurezas levadas ao alambique, que podem contaminar o fermento e resultar em uma bebida de qualidade inferior (SEBRAE-MG, 2001). Porém 10% dos produtores utilizam a queima dos restos culturais, após a colheita, como forma de eliminação das plantas daninhas e redução da palhada que recobre o solo para facilitar a germinação da cana, pois o espaçamento nestes casos é de um metro entre linhas, o que dificulta a roçada.

O método de corte raso, corte total da área incluindo as brotações, é utilizado em 70% dos casos e nos outros 30% utiliza-se o corte seletivo, cortando-se apenas as canas, com aspecto visual de maturação mais avançada (TABELA 17).

TABELA 17 - Método de corte utilizado nos canaviais do município de Morretes - PR, 2006.

TIPO DE CORTE											
Sistema de Produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	
RASO		1		1		1	1	1		1	60%
SELETIVO	1		1		1				1		40%

Dentre o universo de produtores avaliados 70% deles produzem cachaça e os outros apenas a cana-de-açúcar (TABELA 18). Em relação aos produtores de cachaça 71% realizam análise no produto, sendo que, a análise da % de álcool do destilado é realizada por todos os produtores de cachaça avaliados e apenas 40% dos produtores utilizam análises com maior exatidão, tais como: cobre, acidez, aldeídos, carbamato e outros componentes, realizadas em laboratórios terceirizados.

TABELA 18 - Quantidade de produtores de cachaça e relação das principais análises efetuadas na cachaça produzida no município de Morretes - PR 2006.

É PRODUTOR DE CACHAÇA?											
Sistema de Produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	
SIM	1	1	1	1			1	1	1		70%
NÃO					1	1				1	30%

ANÁLISES NA CACHAÇA											
Sistema de Produção	S01	S02	S03	S04	S05*	S06*	S07	S08	S09	S10*	
SIM	1	1		1			1	1			71%**
NÃO			1						1		29%**

QUAIS ANÁLISES SÃO REALIZADAS?***											
Sistema de Produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	
% ALCOOL	1	1		1			1	1			100%
ACIDEZ		1		1							40%
COBRE		1		1							40%
OUTRAS		1		1							40%

* - não são produtores de cachaça. Produzem apenas cana-de-açúcar.

** - valores baseados apenas nos produtores de cachaça.

*** - análise correspondente apenas aos produtores que realizam alguma análise na cachaça.

Entre as dificuldades encontradas pelos produtores (TABELA 19), observou-se que 40% têm problemas com capacitação de mão-de-obra, 40% com problemas legais/jurídicos, 60% com produtividade do canavial e 60% com dificuldades no controle das plantas daninhas.

TABELA 19 - Principais problemas enfrentados pelos produtores de cana-de-açúcar, no município de Morretes - PR, 2006.

QUAIS OS PRINCIPAIS PROBLEMAS DO SETOR?											
Sistema de produção	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	
CRISE ECONOMICA						1				1	30%
LEGAIS/ JURÍDICOS		1		1		1				1	40%
CAPACITAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA			1		1					1	40%
PLANTAS DANINHAS			1	1	1			1	1		60%
COMERCIALIZAÇÃO		1						1	1		40%

PRODUTIVIDADE	1	1	1	1	1	1	60%
OUTROS				1	1		20%

Analisando a situação atual dos agricultores, a disponibilidade e a demanda de matéria-prima observou-se que a principal dificuldade encontrada na região foi a baixa produtividade da cana e a mato competição. A tecnologia dentro dos engenhos de cachaça no município de Morretes é muito variável, tendo engenhos que operam com as mesmas características do século XVIII, sem acatar as “boas práticas agrícolas de produção” até as mais modernas instalações e métodos de destilação.

4.1.2 Rendimento

Com relação ao rendimento de cana-de-açúcar, utilizou-se a tonelada de cana por hectare (TCH) que é a principal variável de análise, sendo influenciada pelo número de colmos por metro (NCM⁻¹) e pela massa de um colmo (M1C), que multiplicada pelo NCM⁻¹ e pela área de um hectare (10.000 m²).

Na análise de variância (ANEXO 3), o valor de F (18,25**) apresentou um resultado significativo. Para diferenciar os tratamentos, realizou-se o teste de Duncan a 5% para a comparação das médias dos sistemas.

Podemos observar na Tabela 20, que dois sistemas de produção apresentam produtividade acima de 70 toneladas de cana por hectare (TCH), devido ao número de colmos por metro e massa de cada colmo. Esta produtividade encontrada nos canaviais do município é razoável em relação à tecnologia utilizada.

TABELA 20 - Produtividade estimada – tonelada de cana por hectare, massa de um colmo e número de colmos por metro linear, Morretes – PR, 2006.

Sistema de produção	Produtividade Estimada (ton/ha)				
	Nº de colmos m ⁻¹		Massa de 1 colmo		TCH
S01	5,96	a	1,70	ab	72,38 a
S02	4,10	bcd	1,26	c	42,72 bc
S03	3,93	cd	1,54	bc	43,28 bc
S04	2,41	ef	0,46	e	8,08 e
S05	5,35	ab	1,47	bc	53,81 b
S06	5,40	ab	1,71	ab	77,24 a
S07	1,53	f	0,61	de	6,73 e
S08	5,14	abc	0,88	d	31,93 cd
S09	3,68	de	1,89	a	49,70 bc
S10	2,96	de	0,89	d	18,82 de

Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Duncan <5%).

Os sistemas de produção 1 e 6 apresentaram os valores mais elevados, acima de 70 toneladas de cana por hectare, devido à maior quantidade de colmos por metro linear e

valores mais elevados na variável massa de um colmo (TABELA 20). Os valores apresentados refletem o manejo de adubação e controle de plantas daninhas utilizado e a idade do canavial.

Os sistemas de produção 2, 3 e 9 apresentaram valores na faixa de 40 toneladas por hectare (TABELA 20); o número de colmos por metro e a massa de cada colmo foi inferior aos sistemas mais produtivos (S01 e S06).

No sistema de produção 4 (S04), a baixa produtividade, inferior a 8 ton/ha, foi ocasionada pela presença de um grande número de plantas daninhas, que dificultam a brotação das gemas de cana e abafaram o crescimento das plantas, além disso, o solo apresentava alta umidade natural, o sistema estava localizado em uma clareira aberta na floresta e o manejo desta área propiciava o desgaste natural da fertilidade e não beneficiava o controle das plantas daninhas (TABELA 14).

No sistema de produção 5 (S05), a produtividade estimada foi 53,8 ton/ha, com elevado número de colmos por metro e redução apenas na massa dos colmos.

Já o sistema 7 (S07), apresentou baixa produtividade devido à idade do canavial, que foi explorado durante sete anos sem receber reposição de nutrientes no solo devido ao plantio estar localizado em uma área onde a declividade impede a mecanização.

No sistema de produção S08, foram obtidas 31,93 toneladas de cana por hectare, embora com número alto de colmos por metro linear, porém com a massa de um colmo foi muito baixa, sendo inferior a um quilo por cana, devido a presença de uma grande quantidade de canas brotando e com baixa estatura das canas maduras, visualizadas no momento do corte.

Apresentando uma produtividade abaixo de 20 toneladas, o sistema de produção 10 (S10), continha poucos perfilhos por touceira, diâmetro muito fino das canas e falhas entre plantas; provavelmente devido ao canavial estar na 5ª soca (TABELA 6).

Analisando a produtividade estimada total obtida nos talhões estudados, é possível visualizar a grande dispersão existente entre os tratamentos. Com valores variando de 6,7 a 77 toneladas de cana-de-açúcar por hectare, os talhões apresentam aspectos visuais marcantes. Nos sistemas menos produtivos a cana apresenta baixa estatura e diâmetro fino, com o predomínio de plantas invasoras na área e baixo nível de adubação de cana planta e cana soca, já nos sistemas que apresentam produtividades elevadas, houve controle de plantas daninhas e adubação em níveis adequados.

Um aspecto interessante foi observado na correlação do sistema de corte da cana e a produtividade obtida. O sistema de produção 6, onde foi utilizado o corte raso, com o

controle de plantas daninhas e a adubação química, foi o sistema de produção com a maior produtividade (TABELAS 17 e 20).

4.1.3 Fertilidade do Solo

Os resultados da análise de solo (ANEXO 02), interpretados na Tabela 21, apresentam informações interessantes, pois a fertilidade não foi o limitante para a produtividade quando correlacionados com a Tabela 20, onde identificou-se os resultados da produtividade estimada nos dez sistemas de produção.

TABELA 21 - Interpretação e classificação dos teores de nutrientes encontrados de acordo com as classes: muito baixo, baixo, suficiente, médio e alto. (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1997).

Sistema de Produção	Ca ⁺²		Mg ⁺²		Ca+Mg		K ⁺	P		Argila		
	cmolc/dm ³		cmolc/dm ³		cmolc/dm ³			mg/dm ³		%	Classe	
S01	1,4	Baixo	0,8	Médio	2,2	Baixo	0,14	baixo	3,2	mto baixa	35	3
S02	3,3	Médio	1,3	Alto	4,6	Médio	0,24	suficiente	102	Alto	20	4
S03	5,2	Alto	1,7	Alto	6,9	Alto	0,56	Alto	26,6	Alto	40	3
S04	1	baixo	0,7	Médio	1,7	Baixo	0,09	mto baixa	2,5	mto baixa	27,5	3
S05	2,1	Médio	0,9	Médio	3	Médio	0,18	Médio	21,3	Alto	27,5	3
S06	4,5	Alto	1,9	Alto	6,4	Alto	0,19	médio	11,5	médio	30	3
S07	1,5	Baixo	1	Médio	2,5	Baixo	0,07	mto baixa	7,3	Baixo	40	3
S08	5,1	Alto	2,3	Alto	7,4	Alto	0,09	mto baixa	17,6	Alto	52,5	2
S09	1,5	Baixo	0,2	Baixo	1,7	Baixo	0,09	mto baixa	15,8	Alto	47,5	2
S10	2,8	Médio	0,7	Médio	3,5	Médio	0,3	suficiente	210	Alto	20	4

No sistema 1 (S01), o solo é enquadrado na classe 3 por apresentar 35% de argila, o teor de fósforo é considerado baixo (TABELA 21). Já o teor de magnésio identificado na análise do solo é caracterizado como médio e os valores de Ca, Ca+Mg e K são considerados baixos, desta forma observamos na Tabela 20 que o sistema de produção 1 apresenta uma das maiores produtividades. A alta produtividade obtida ocorreu provavelmente devido ao manejo de controle das plantas daninhas (TABELA 14), que utiliza tanto a capina manual quanto a aplicação de herbicida. As condições nutricionais abaixo da exigida pela cultura poderá gerar influências na qualidade do produto (caldo, vinho e cachaça), devido a falta de nutrientes para suprir o desenvolvimento da cana-de-açúcar.

O sistema 2 (S02), onde o solo é classificado como classe 4 por apresentar 20% de argila tem um alto teor de fósforo e magnésio, o potássio é considerado suficiente e, o cálcio e a soma dos elementos Ca+Mg é média. Conforme valores apresentados na Tabela 21, podemos notar que as condições químicas de fertilidade do solo, suprem as necessidades da cultura. Variações da qualidade do caldo, do vinho e da cachaça, dificilmente estarão

associadas à fertilidade do solo no sistema de produção 2, porém a produtividade desse sistema de produção não foi a mais expressiva entre os tratamentos.

No sistema de produção 3, o solo foi enquadrado na classe 3, com alto teor de fósforo, cálcio, magnésio. Apresentando também, um teor suficiente de potássio (TABELA 21). Os elevados teores de nutrientes encontrados no sistema de produção 3 proporcionam à cultura da cana-de-açúcar, condições ideais para o desenvolvimento, em relação à quantidade de nutrientes exigidos, porém o sistema não obteve a maior produtividade, devido à esta ser associada a outros fatores, como o ambiente, manejo da cultura e controle de plantas daninhas.

No sistema 4, a presença de 27,5% de argila, enquadra o solo como classe 3 (TABELA 21). Com relação aos nutrientes presentes no solo, todos estão abaixo da quantidade mínima exigida para o desenvolvimento da cultura. As características de fertilidade do sistema de produção 4, podem influenciar na obtenção de um produto com características indesejáveis devido à ausência de nutrientes na matéria prima. A deficiência de nutrientes no solo resultou em uma das menores produtividades encontradas entre os tratamentos e o predomínio das plantas daninhas, mais adaptadas aos solos degradados e de baixa fertilidade.

A fertilidade no sistema 5 apresentou quantidades mínimas para o cultivo da cana. O solo pertence a classe 3 devido à presença de 27,5% de argila (TABELA 21). Com relação aos nutrientes disponíveis, o solo apresenta um alto teor de P, o teor de Ca é considerado médio, bem como o teor de Mg e da soma Ca+Mg. O potássio também apresenta um teor considerado médio. Desta forma os valores obtidos na análise do solo no sistema de produção 5, mostram-se suficientes para o desenvolvimento da cultura, necessitando apenas doses de adubação para reposição dos nutrientes após os cortes de cana planta e/ou soca. Porém, nesse sistema de produção não é adotada nenhuma forma de adubação e as características de fertilidade e idade do canavial proporcionaram ao tratamento a terceira melhor produtividade.

No sistema de produção 6, observamos na Tabela 21, a presença de um alto teor para Ca, Mg e Ca+Mg, significa que o solo apresenta esses nutrientes em quantidade suficiente para a nutrição das plantas, porém a presença de 30% de argila classifica o solo como classe 3 e remete à classificação de P considerada média assim como o teor de K. Dessa forma podemos concluir que o teor dos nutrientes é satisfatório para o desenvolvimento da cultura, porém é necessário utilizar doses de reposição em cana soca para fósforo e potássio.

Para o sistema 7, um solo de classe 3 com baixo teor de P e um teor muito baixo de K, apresenta teor baixo de Ca e médio de Mg (TABELA 21), concluímos que as necessidades da cultura não são supridas, devendo proceder-se com a adubação de cobertura após o corte. As características observadas na fertilidade do sistema de produção 7, podem gerar produtos de baixa qualidade e o reflexo da deficiência de nutrientes no solo pôde ser observada na produtividade do canavial (TABELA 20), onde o sistema de produção obteve a menor produtividade entre os tratamentos avaliados.

No sistema 8, a presença de 52,5% de argila no solo corresponde à classe 2, conforme Tabela 21, onde o teor de P apresentado pela análise é considerado alto, assim como para o Ca e para Mg. Quanto ao K apresentou seu teor muito baixo que pode ser um fator limitante no desenvolvimento da cultura (TEIXEIRA, 2005). O reflexo da quantidade de K, abaixo do recomendado para a cultura, resultou na queda de produtividade em relação aos sistemas de produção mais produtivos.

No sistema 9, o solo classificado como classe 2 (TABELA 21), pela presença de 47,5% de argila, apresentou alto teor de P e um teor muito baixo de K. Já para Ca e Mg o teor é considerado baixo. Nesse caso o único nutriente em quantidade suficiente para o desenvolvimento da cultura é o fósforo. Os outros nutrientes (K, Ca e Mg), podem resultar na obtenção de matérias primas com quantidades de nutrientes insuficientes para a produção de cachaças com qualidade desejável. Com relação à produtividade obtida, o sistema manteve a média, mostrando-se entre os cinco melhores resultados obtidos para a produtividade, provavelmente devido ao manejo de condução e limpeza da área, bem como a idade do canavial (4 anos)

No sistema 10, considerado solo da classe 4 com alto teor de P no solo e teores considerados médios para Ca, Mg e Ca+Mg, apresentou um teor suficiente de K (TABELA 21). Através desses dados podemos concluir que o sistema de produção 10, apresenta uma quantidade de nutrientes suficiente para o desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar, porém a idade do canavial (TABELA 6) demonstrava que o canavial já se encontrava na época de renovação, devido a isso podemos observar a produtividade baixa.

4.1.4 Variedade

Dentre as variedades cultivadas no município, estudaram-se as características e influências da “havaianinha”, variedade utilizada há muitos anos nos canaviais do município e que devido às gerações teve a denominação de origem esquecida, devido à difusão da variedade com a utilização do nome popular.

Visualmente a variedade estudada, apresenta pouco perfilhamento, diâmetro médio de 3 a 4 cm, quando madura apresenta coloração bem amarelada com os internódios escuros, em alguns casos a coloração pode tender ao roxo em algumas regiões do colmo, a altura predominante é de aproximadamente 2 metros, despalha natural com facilidade, presença de joçal em pequena quantidade apenas nas brotações, apresenta facilidade na moagem devido à baixa resistência ao rompimento e esmagamento.

A variedade apresentou-se bem adaptada ao ambiente e responde bem aos solos mais adubados. A produtividade reduziu com a idade das soqueiras e com a menor fertilidade do solo, bem como, com a presença da mata competição.

4.1.5 Insumos

Os sistemas de produção foram identificados pelas características acima citadas e complementados pelas características descritas na Tabela 22, onde se destacou os insumos utilizados para adubação da cana-de-açúcar no plantio e nas soqueiras e os métodos utilizados para controlar o desenvolvimento das plantas daninhas.

TABELA 22 - Relação da adubação utilizada em cada um dos sistemas de produção avaliados, no município de Morretes-PR, 2006.

Sistemas de produção	Adubo			
	Orgânico		Químico	
	Tipo	Quantidade	Tipo	Quantidade
S01	Bagaço e vinhoto	1000 kg/ha		
S02	Estercos, bagaço e vinhoto	Não definida		
S03	Bagaço e vinhoto	Não definida		
S04	Estercos, bagaço e vinhoto	Dose pequena não avaliada		
S05				
S06			00-20-25	600 kg/ha
S07	Bagaço e vinhoto	500 a 1000 kg/ha		
S08	Bagaço e vinhoto	500 a 1000 kg/ha		
S09	Estercos, bagaço e vinhoto	Aproximadamente 700 kg/ha		
S10	Estercos, bagaço e vinhoto	Não definida		

Com relação à adubação podemos observar que o sistema 6 utiliza adubo formulado e o sistema 5, não utiliza nenhum adubo (TABELA 22). Os demais sistemas de produção utilizam adubos de origem animal e/ou vegetal, caracterizando sistemas de adubação orgânica.

No sistema de produção 6, correlacionando-se a adubação utilizada com a fertilidade, podemos observar que as quantidades de nutrientes aplicadas vêm proporcionando uma boa nutrição e disponibilidade de nutrientes às plantas (TABELAS 21 e 22). Já no sistema de produção 5, onde não é utilizado adubo (TABELA 22), observa-se na Tabela 21, que as quantidades de nutrientes presentes no solo são suficientes para o

desenvolvimento da cultura, pressupondo que no histórico da área, haviam culturas com utilização de adubação ou ciclagem de nutrientes.

Na Tabela 23 podemos observar que os sistemas 1, 6, 9 e 10 utilizam produtos químicos como o glifosato (herbicida) para controlar as plantas daninhas e nos outros sistemas (2, 3, 4, 5, 7 e 8) o controle é realizado de forma manual. Desta forma, podemos considerar o manejo adotado na adubação e no controle de plantas daninhas para diferenciar os sistemas como orgânicos ou convencionais.

TABELA 23 - Relação do método e frequência de controle das plantas daninhas nos canaviais do município de Morretes-PR, 2006.

Sistemas de produção	Controle de plantas daninhas			
	Manual	Químico	Dose	Qtd/ano
S01	Capina	Glifosato	(1 a 6 l/ha)	2/1
S02				
S03	Capina			2
S04				
S05	Capina			2
S06		Glifosato	350 ml/20L	1
S07	Capina			2 a 3
S08	Capina			2 a 3
S09	Capina	Glifosato	(1 a 6 l/ha)	2
S10	Capina	Glifosato	(1 a 6 l/ha)	2

O controle de plantas daninhas ocorre predominantemente através da capina manual por foices, enxadas e moto roçadeiras (TABELA 23). Alguns sistemas de produção, além da capina utilizam também o controle químico com o uso de glifosato, todos sem a orientação adequada para a gestão da aplicação. Observa-se também a presença de sistemas de produção que não utilizam nenhum controle de plantas daninhas.

Dos dez sistemas avaliados, apenas o sistema de produção 6 utiliza adubação química associado ao controle das plantas daninhas com herbicidas e o sistema 1 também utiliza o controle de plantas daninhas com herbicida, porém a adubação é orgânica, realizada com a reciclagem do bagaço misturado à vinhaça, no plantio e nas socas da cana (TABELAS 22 e 23). Estes manejos podem ser considerados os mais eficientes entre os sistemas pesquisados, visto que, foram os sistemas que obtiveram as melhores produtividades (TABELA 20). Nos outros sistemas de produção, ocorre o predomínio de adubação orgânica, devido principalmente ao aproveitamento dos subprodutos da produção de cachaça (bagaço e vinhoto), além do esterco produzido por alguns animais existentes em algumas propriedades para produção de leite e/ou carne (TABELA 22). A aplicação de herbicida ocorreu predominantemente nas pequenas propriedades (TABELA 9), com exceção do sistema 6, as propriedades que representam os sistemas 1, 9 e 10 possuem no máximo 5 alqueires e a aplicação de agroquímicos foi justificada pelos agricultores, devido

efeito residual do produto, ou seja, controla o brotamento das plantas daninhas por um período de tempo maior que a capina, além de utilizar uma quantidade menor de mão-de-obra e tempo.

Desta forma podemos concluir que dos dez sistemas analisados, seis sistemas, podem ser considerados orgânicos, onde a adubação, quando utilizada, provêm de fontes orgânicas (vegetais/animais) e o controle das plantas daninhas é baseada no controle manual através de capinas e roçadas. É possível observar dentre os tratamento avaliados quatro sistemas com o manejo convencional, visto que em três destes sistemas a adubação é orgânica e nos demais o controle de plantas daninhas é realizado através da aplicação de agroquímicos.

4.2 ANÁLISES NO CALDO

TABELA 24: Resultados do brix do colmo, brix do caldo, rendimento do caldo e acidez do caldo, do vinho e da cachaça nas duas épocas de avaliação dos dez sistemas de produção.

Sistema de produção	Época de avaliação	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	Média	CV (%)
Brix do colmo	Dezembro	21	21	22	21	20	20	20	19	22	20	21	4,40
	Janeiro	20	20	21	21	20	18	21	18	20	19	20	
Brix do caldo	Dezembro	21	20	21	20	19	19	21	18	21	19	20	6,41
	Janeiro	20	18	19	18	18	16	19	17	19	18	18	
Rendimento do caldo ¹	Dezembro	591	521	567	333	539	521	539	583	538	521	525	8,10
	Janeiro	463	479	511	298	528	508	488	500	523	500	480	
Acidez do caldo ²	Dezembro	6	6	4	2	3	3	1	2	3	4	3	51,74
	Janeiro	7	6	9	3	5	2	5	7	8	9	6	
Acidez do vinho ²	Dezembro	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	9,24
	Janeiro	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	
Rendimento da fermentação ⁴	Dezembro	6%	4%	5%	6%	7%	5%	5%	4%	7%	7%	6%	24,36
	Janeiro	6%	8%	7%	6%	9%	8%	7%	7%	8%	7%	7%	
Acidez da cachaça ³	Dezembro	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	21,68
	Janeiro	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	

¹ Rendimento do caldo expresso em litros de caldo extraído por tonelada de cana-de-açúcar moída;

² acidez do caldo e do vinho expressa em g de ácido acético/ 100mL do produto;

³ acidez da cachaça expressa em mg de ácido acético/ 100mL do destilado;

⁴ rendimento da fermentação expressa em porcentagem de álcool presente no vinho

4.2.1 Brix do Colmo

O intuito da análise do Brix no colmo da cana-de-açúcar foi comparar as variações entre os sistemas e a análise do Brix no caldo, possibilitando avaliar os dois métodos utilizados.

Conforme Tabela 25, podemos observar que os valores obtidos em dezembro e janeiro apresentaram uma redução no Brix durante da segunda época de avaliação devido, ao período de chuvas que ocorreu no final do mês de dezembro e início de janeiro

(FIGURAS 5 e 6). Já os valores entre os sistemas de produção pouco variaram quando observados na mesma época de análise. Conforme a análise de variância (ANOVA), os valores obtidos para o Brix do colmo apresentaram o resultado do valor P ($\alpha = 10,97\%$) e $F = 2,26^{ns}$ indicando que os valores não apresentaram variação significativa (ANEXO 4).

As variáveis apresentadas anteriormente para cada sistema de produção não influenciaram nos valores de Brix do colmo da cana-de-açúcar nos tratamentos.

TABELA 25 - Análise do Brix do colmo em duas épocas de análise, nos canaviais do município de Morretes-PR, 2006.

Sistema de produção	dez/07			jan/07		
	base	ápice	média	base	ápice	média
S 01	22	20	21	20	20,2	20,1
S 02	22	20	21	20,5	19,5	20
S 03	23	21	22	21,5	20,5	21
S 04	21,2	21	21,1	21	20,9	21
S 05	20,6	19,6	20,1	20,1	19,85	20,0
S 06	21,5	18,5	20	18,2	17,8	18
S 07	20	19	19,5	21	21	21
S 08	19,5	18,5	19	17,8	18,2	18
S 09	22,5	21,5	22	20	20,28	20,1
S 10	20,5	19,5	20	18,4	18,6	18,5

4.2.2 Brix do Caldo

As avaliações do Brix do caldo da cana apresentaram poucas variações entre os sistemas de produção, conforme Tabela 26. Os valores obtidos entre as épocas sofreram uma redução de dezembro para janeiro, devido aos índices de precipitação identificados no final de dezembro como pode ser observado nas Figuras 5 e 6. Confirmando estes dados podemos observar no ANEXO 5 que os valores obtidos para o teste F ($1,20^{ns}$), não são significativos. Dessa forma fica evidenciado que os sistemas de produção não influenciaram nos valores de Brix do colmo e do caldo.

Os valores comparados entre Brix do colmo e do caldo nos sistemas de produção, também indicam que não existe diferenças entre os métodos de análise de Brix, porém a análise de campo pode ser utilizada para determinar o ponto de maturação antes do corte da cana, sendo mais indicado. O teste realizado no Brix do caldo após a moagem da cana é mais usual devido à sua praticidade e a não realização do brix de campo.

O morro e a várzea possuem um acúmulo de água diferenciado no solo, sendo muito superior nos solos de várzea, porém a localização não influenciou no Brix do caldo, pois a presença de chuvas em grande quantidade e bem distribuída ao longo do ano não

possibilitou a diferença na absorção de água pela planta, portanto, os sistemas de produção não influenciaram no Brix da cana, tanto no campo quando no momento da moagem, pois o brix foi estável em todas as localidades avaliadas (TABELA 26).

TABELA 26 - Resultado do Brix do caldo em dez sistemas de produção de cana-de-açúcar avaliados, no município de Morretes, 2007.

Sistema	Brix do caldo			Localização
	Dez	Jan	média	
S01	20,50	19,50	20,00	Morro
S02	19,50	18,00	18,75	Várzea
S03	21,00	19,00	20,00	Várzea
S04	20,00	18,00	19,00	Várzea
S05	19,00	18,00	18,50	morro
S06	19,00	16,00	17,50	Várzea drenada
S07	20,50	19,00	19,75	Morro
S08	18,00	17,00	17,50	Várzea
S09	21,00	19,00	20,00	Várzea
S10	19,00	18,00	18,50	Várzea
Média	19,75	18,15	18,95	
CV	2,46%			

4.2.3 Acidez do Caldo

A acidez do caldo dos diferentes sistemas de produção apresentaram valores contrastantes entre os tratamentos e entre as épocas (TABELA 27).

Na avaliação realizada em dezembro os valores variaram de 0,05 a 0,23 g. de ac. acético/ 100 mL de caldo, sendo a média equivalente a 0,14 g. de ac. acético/ 100 mL de caldo.

Em janeiro, quando se realizou a segunda avaliação os valores encontrados foram superiores aos encontrados em dezembro. A variação apresentada foi de 0,08 a 0,37 g. de ac. acético/ 100 mL de caldo e a média foi de 0,24 g. de ac. acético/ 100 mL de caldo, correspondendo ao maior valor encontrado na primeira avaliação.

Confirmando estes dados apresentados na Tabela 29, o coeficiente de variação (CV = 51,74%) e o valor P ($\alpha = 55,27\%$) apresentada na análise de variância (ANEXO 7), mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém os valores apresentaram uma variação muito expressiva. Desta forma podemos concluir que houve uma porcentagem muito alta de fatores não controlados, influenciando na acidez do caldo e os sistemas de produção apresentaram diferenças entre si. Uma suposição para esta variação (necessita ser avaliada e/ou estudada) são hipóteses que estão correlacionadas às características fisiológicas da cana-de-açúcar, além das influências do clima e limpeza da cana no

momento de extração do caldo. Outro fator interessante, observado nos valores obtidos em janeiro, é o aumento da acidez (TABELA 27) correlacionado à queda nos valores do Brix do colmo e do caldo (TABELAS 25 e 26).

TABELA 27 - Resultado da acidez do caldo nos dez sistemas de produção de cana-de-açúcar avaliados no município de Morretes - PR, 2007.

ACIDEZ DO CALDO			
Sistema de produção	Dezembro	Janeiro	Média
S01	0,23	0,28	0,26
S02	0,23	0,23	0,23
S03	0,17	0,34	0,26
S04	0,07	0,11	0,09
S05	0,14	0,19	0,16
S06	0,11	0,09	0,10
S07	0,05	0,20	0,13
S08	0,08	0,28	0,18
S09	0,11	0,33	0,22
S10	0,15	0,37	0,26
Média	0,14	0,24	
CV		51,74%	

Valores expressos em g ac. acético/ 100 mL de caldo.

4.2.4 Rendimento do Caldo

O rendimento do caldo foi avaliado fazendo uma correlação entre o volume de caldo, padronizado a 15° Brix e a massa de cana utilizada para a obtenção do caldo.

Como podemos observar na Tabela 28, todos os sistemas de produção apresentaram uma redução no rendimento, na segunda época de avaliação, que compreende o mês de janeiro de 2007.

Os valores foram obtidos em litros de caldo por tonelada de cana moída e apresentaram resultados de 297,62 l/ton até 591,40 l/ton, sendo que, para este tipo de moenda, segundo Sales (2001) e Nogueira (2005) o rendimento pode chegar até 60% de extração do caldo. A variação entre os valores ocorreu devido às diferenças de produtividade da lavoura, com a presença de colmos finos que reduziram o rendimento e nos sistema com produtividade maior os valores refletiram positivamente no rendimento de caldo. Os valores de P (0,708%) e CV (8,1%) apresentados no Anexo 6, mostram que o rendimento do caldo apresentou variações extremamente significativas entre os tratamentos com 99% de confiabilidade.

TABELA 28 - Rendimento do caldo em litros/tonelada de cana moída, nos dez sistemas de produção de cana-de-açúcar avaliados no município de Morretes-PR, 2007.

Sistema de produção	Rendimento do caldo	
	Dez	Jan
S01	591,4	463,0
S02	520,8	478,8
S03	566,9	510,8
S04	333,3	297,6
S05	538,8	528,5
S06	520,8	507,8
S07	538,8	488,3
S08	583,3	500,0
S09	538,3	522,8
S10	521,1	500,0
CV	8,1%	

O sistema de produção 4 apresentou uma das menores produtividades (TABELA 20), resultando em menor rendimento de caldo nas duas épocas de avaliação (TABELA 28). A presença de colmos de diâmetro reduzido, baixa estatura e grande quantidade de palha aderida aos colmos, devido ao crescimento deficiente da cana-de-açúcar, relacionada à grande quantidade de plantas daninhas competindo com a cultura por nutrientes, além da localização do terreno ser entre a mata nativa, auxiliaram na queda do rendimento de extração do caldo.

4.3 ANÁLISES NO VINHO

A acidez do vinho foi avaliada para controlar melhor o processo de produção, e observar possíveis contaminantes durante a fermentação do caldo, visto que, segundo Maia (2006), a contaminação do fermento pode aumentar a acidez do mosto.

4.3.1 Análise de Acidez do Vinho

Observando a Tabela 29, nas avaliações realizadas durante o mês de dezembro, visualizamos que os sistemas 5 e 6 apresentaram valores de acidez do vinho superiores aos outros sistemas e o sistema 1 com 0,28 g de ac acético/ 100 mL de vinho, sendo o menor valor para a acidez do vinho.

Durante as avaliações realizadas em dezembro (primeira época), os valores de acidez expressos em g de ac acético/ 100 mL de vinho, variaram de 0,28 à 0,52. Já na segunda época de avaliação a variação foi menor, onde os valores permaneceram no

intervalo de 0,33 e 0,49 g de ac acético/ 100 mL de vinho, devido à estabilização das leveduras do fermento, enquadrando-se abaixo de 0,6 g de ac acético/ 100 mL de vinho, considerado um valor máximo para uma boa fermentação (ALVES, 2004b).

Em relação à acidez do vinho (TABELA 29), observa-se que houve um crescimento expressivo da acidez nos sistemas 5 e 6, devido à contaminação do fermento, visto que esses mesmos sistemas de produção, na acidez do caldo (TABELA 27) apresentaram os menores valores.

TABELA 29 - Acidez do vinho nos dez sistemas de produção de cana-de-açúcar, em duas épocas de avaliação, no município de Morretes-PR, 2006

Sistema de produção	ACIDEZ DO VINHO		
	Dezembro	Janeiro	Média
S01	0,28	0,35	0,33
S02	0,35	0,35	0,35
S03	0,32	0,43	0,40
S04	0,32	0,33	0,33
S05	0,52	0,49	0,49
S06	0,51	0,47	0,48
S07	0,43	0,39	0,40
S08	0,32	0,38	0,36
S09	0,43	0,43	0,43
S10	0,43	0,46	0,45
Média	0,39	0,41	
CV	9,2%		

valores expressos em g ac. acético/ 100 mL de vinho.

Os valores apresentaram altamente significativos com o valor P (0,328%), demonstrando que a acidez do vinho teve diferenças entre os sistemas avaliados. As variações na acidez ocorreram devido ao sistema de condução e gestão da fermentação adotada no alambique utilizado para a realização do estudo, o qual representa a realidade de 90% dos estabelecimentos produtores de cachaça artesanal no país.

4.3.2 Análise do Teor de Álcool no Vinho

A análise do rendimento da fermentação pode ser obtida através da avaliação do teor de álcool presente no vinho, expresso em % (v/v). Como podemos observar na Tabela 30, a porcentagem de álcool presente no vinho, aumentou na segunda época de avaliação, sendo que, o pior rendimento ocorreu no sistema de produção 8 durante as avaliações do mês de dezembro, apresentando apenas 3,95% de álcool no vinho. Os valores obtidos apresentaram correlação com o rendimento do caldo, onde os sistemas com os melhores rendimentos de caldo apresentaram os maiores teores de álcool no vinho.

As variações encontradas entre os tratamentos apresentaram o valor *P* superior a 90% (ANEXO 9), resultando no valor de *F* (0,41) não significativo, apresentando diferenças entre os tratamentos avaliados.

TABELA 30 - Percentual de álcool obtido no vinho após o processo de fermentação nos diferentes sistemas de produção, do município de Morretes-PR, 2007.

Sistema	% álcool no vinho		
	Dez	Jan	Média
S01	5,53	6,45	5,99
S02	4,10	8,20	6,15
S03	5,33	6,95	6,14
S04	5,75	6,15	5,95
S05	6,60	8,95	7,78
S06	5,25	8,43	6,84
S07	5,25	7,35	6,30
S08	3,95	6,95	5,45
S09	7,10	7,65	7,38
S10	6,70	7,05	6,88
média	5,56	7,41	
CV	14,27%		

Segundo Maia (2006), o teor alcoólico do vinho deve situar-se em torno de 6,8% a 8,5%, podendo aumentar em sistemas com maior eficiência e controle de fermentação. Durante as avaliações realizadas em dezembro, os valores obtidos para o rendimento da fermentação, em % de álcool no vinho variou de 3,95% a 7,10%. Na segunda época de avaliações os valores variaram de 6,15% a 8,95%, evidenciando uma estabilização do fermento com cepas mais resistentes às condições experimentais locais e aproximando-se da faixa ideal de rendimento da fermentação.

O baixo rendimento da fermentação, observado no sistema de produção 8, durante a primeira avaliação, ocorreu devido à contaminação do fermento que foi evidenciada na data da análise pela alta temperatura do mosto durante o processo de fermentação.

4.4 ANÁLISES NA CACHAÇA

A análise da acidez volátil foi realizada para identificar as diferenças dos destilados entre os sistemas de produção, visto que a graduação alcoólica foi padronizada em 40°GL e o aparelho de destilação manteve-se o mesmo em todas as avaliações, evitando-se assim variações no teor de cobre entre as amostras.

Com esta análise buscou-se identificar as diferenças dos sistemas de produção no produto final.

4.4.1 Acidez Volátil

A análise de acidez das cachaças, obtidas em cada sistema de produção, apresentaram valores dentro do permitido pela legislação. Conforme a Instrução Normativa 13, o valor máximo permitido para acidez volátil é 150 mg de ac. acético/ 100 mL do destilado (BRASIL, 2005).

Com os valores variando de 4,79 a 10,79 mg de ac acético/100 mL de etanol, com um valor médio de 7,49 nas amostras de dezembro e 8,57 mg de ac acético/ 100 mL de etanol nas amostras realizadas em janeiro de 2007, conforme Tabela 31. Esses resultados sugerem que as aguardentes de Morretes apresentam acidez volátil relativamente baixa. Estudos com aguardentes de diversas localidades do país, apontam que a acidez volátil da maioria das aguardentes situa-se entre 61-90 mg de ac acético/ 100 mL do destilado (SILVA e NÓBREGA, 2001).

TABELA 31 - Avaliação da acidez volátil da cachaça, nos diferentes sistemas de produção, do município de Morretes-PR, 2007.

Sistema de produção	Dezembro	Janeiro
S01	5,84	10,34
S02	5,84	6,14
S03	4,94	9,74
S04	5,54	7,04
S05	8,24	9,14
S06	10,64	9,74
S07	9,74	6,74
S08	8,54	8,84
S09	7,64	8,24
S10	7,94	9,74
Média	7,49	8,57
CV	39,01%	

Valores expressos em mg de ac. Acético/100mL de etanol.

Os valores P (47,67%) e F (1,03^{ns}) demonstram que os tratamentos não apresentam diferenças significativas entre si e entre as épocas de avaliação. Os baixos valores da acidez da cachaça identificados nas amostras, comparando-se com os valores encontrados na literatura indicam que as amostras apresentam qualidade superior às cachaças de outras localidades com relação à acidez.

5 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho pode-se concluir que:

Dos dez produtores de cana-de-açúcar amostrados, sete produzem cachaça e todas elas encontram-se dentro das características de qualidade exigidas, e superior a muitas outras cachaças conforme literatura específica.

A fertilidade do solo, o relevo, o perfil do produtor e os tratamentos culturais não apresentaram correlações entre si, porém a produtividade encontrada em alguns sistemas de produção com pouco investimento realizado na lavoura é bem elevada para as condições locais.

O brix da cana encontrado em todos os sistemas avaliados apresentou-se acima de 16 Brix, considerado o valor ideal para ocorrer uma fermentação eficiente.

A eficiência em rendimento de caldo foi baixa em apenas um dos dez sistemas avaliados (S04) e nos demais é viável a produção de caldo e posteriormente da cachaça.

A acidez encontrada no caldo foi baixa e no vinho também, mesmo sendo correlacionada ao processo fermentativo e na cachaça a baixa acidez indica que o produto é de alta qualidade.

A eficiência de fermentação mostrou-se estável, mesmo sem os devidos controles de temperatura para manter um maior número de leveduras ativas, o que poderia aumentar ainda mais a eficiência da fermentação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plantio deve ser evitado na época com maior intensidade de chuvas para evitar o apodrecimento das gemas.

A capina deve ser intensificada no estágio inicial de desenvolvimento do canavial; o corte deve ocorrer de forma seletiva escolhendo os colmos mais maduros e mantendo os colmos verdes sem cortar.

A cana-de-açúcar não deve ser queimada antes da produção de cachaça para evitar contaminação do fermento e fuligem no alambique no momento da destilação.

A utilização de equipamentos tais como: sacarímetro, termômetro e alcoômetro, são indispensáveis para aumentar a eficiência da fermentação, destilação e qualidade da cachaça.

O incentivo e a divulgação da cachaça de Morretes possibilitam um aumento no público consumidor, assim como o aumento da produtividade da cana-de-açúcar, maior volume de produção de cachaça e menores taxas para regularização dos alambiques podem gerar renda e emprego.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. **História da Cachaça – Um Cálice de História**. Disponível em: <<http://www.cachaca.com.br/frmcachaca.html>>. Acesso em: 28 out. 2005.

ALVES, T.A. **Caracterização da cana-de-açúcar – Perspectivas do Setor Sucro-alcooleiro na Região da Alta Noroeste Paulista**. UNESP, Ilha Solteira, 2004a.

ALVES, J.G.L.F. **Mini curso de produção de cachaça artesanal**. III Jornada acadêmica de engenharia de alimentos. UNIBH, Belo Horizonte, 2004b.

ANDRADE, L.A.B. Cultura da cana-de-açúcar In: Produção artesanal de cachaça de qualidade. Lavras: UFLA, 2003

ANDREOLI, C.; SOUZA, S. P. Cana-de-açúcar: a melhor alternativa para conversão da energia solar e fóssil em etanol. Economia e energia. ano X - nº59. 2007.

BIZELLI, L.C. et al. **Dupla destilação da aguardente de cana: Teores de acidez total e de cobre**. Piracicaba: USP/ESALQ, Depto. De Agroindústria, Alimentos e Nutrição, 2000.

BOZA, Y.; HORII, J. A destilação na obtenção da aguardente de cana-de-açúcar. **Boletim SBCTA**, v.33, n.1, p.98-105, jan-jun,1999.

BOZA, Y.; HORII, J. Influência do grau e da acidez do destilado sobre o teor de cobre na aguardente de cana. **B. CEPPA**, v.18, n. 1, p.85-94, jan/jun. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Decreto nº 2.314** de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 5 de setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 29 DE JUNHO DE 2005 - Junho de 2005**. Aprovar o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

CAMPOS, G. A, et. al. **Cachaça: Qualidade e Produção**. Dissertação (Mestrado) UFLA 1999. p 07-14.

CARDOSO, M. das G. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras. Ed. UFLA, 2001. 264p

CARDOSO, M. G., et. al. **Produção de Aguardente de Cana**. Lavras. Ed. UFLA, 2006.

CESAR, M. A. A.; SILVA, F. C. A **cana-de-açúcar de açúcar como matéria prima para a indústria sucroalcooleira**. ESALQ. Piracicaba-SP. 1993.

CHERUBIN, R. A. **Efeitos da adição de benzoato de sódio na fermentação alcoólica para produção de aguardente de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 1998. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

EMBRAPA; IAPAR. **Levantamento de reconhecimento dos solos o Estado do Paraná**. TOMO II. Londrina, 1984.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 412 p., Rio de Janeiro, 1999.

EXPLOREBRASIL. **Cidade de Morretes** (2006). Disponível em: www.explorebrasil.com.br - último acesso em: 15/10/2006.

FARIA, J. B. **A influência do cobre na qualidade das aguardentes da cana (*Saccharum officinarum*)**, 1989. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP/SP.

GALHIANE, M. S. **Análise de aroma em bebidas por cromatografia gasosa de alta resolução**. 1988, 99p., Dissertação (MS) – Inst. De Física e Química de São Carlos, USP/SP.

GOOGLE. **Google Earth Beta** (v. 4.0.2737). EUA. 2007. Software de navegação e visualização do Globo Terrestre por imagens de satélite. 14.3 MB Disponível para download em: <http://dl.google.com/earth/GE4/GoogleEarthWin.exe>

GTCA, Grupo Técnico de Consultoria e Apoio. **Composição química da cana-de-açúcar** (2006). Disponível em: www.gtca.com.br – ultimo acesso em: 04/10/2006.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ; **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 1985, vol. 1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico: Dados municipais**. 1996. Disponível em: www.ibge.gov.br. Ultimo acesso em: 12/01/2007.

JERONIMO, E. M. **O nitrogênio protéico na fermentação alcoólica e sua influência na qualidade da cachaça**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 2004

LÉAUTÉ, R. Distillation in alambic. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.41, p.90-103, 1990.

LIMA, U.A. Aguardentes. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. de A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentações**. São Paulo: Edgar Blucher, 1983. p.79-103. (Série Biotecnologia, 5)

LIMA, A. K. dos S.; NOBREGA, I. C. da C. **Avaliação de Parâmetros de Qualidade em Aguardentes de Cana Produzidas no Estado da Paraíba**. CNPQ/UFPB. Paraíba. 2004.

MAIA, A. B.; CAMPELO, E.A.P. **Tecnologia da Cachaça de Alambique**. Sebrae/MG; SindBebidas. Belo Horizonte 2006.

MAIA, A. B. et al. **Segundo curso de tecnologia para produção de aguardente de qualidade**. Ed. Escola de Engenharia da UFMG e Fundação Cristiano Otoni. 1994, 65p.

Mariotti, J.A.; Lascano, O.G.. Estúdios de muestro para la evaluacion del rendimiento de la caña de azucar. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. nº 46; v.2; p.37-44. 1969.

MORRETES, **Prefeitura municipal de Morretes**, www.morretes.pr.gov.br, acessado em: 01/09/2006

NÓBREGA, I.C.C. **Características de qualidade de aguardentes de cana comerciais e comparação entre dois processos de fermentação**. Viçosa, 1994. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

NOGUEIRA, A.M.P.; VENTURINI FILHO, W.G. **Aguardente de cana**. Faculdade de ciências agrônômicas. UNESP. Botucatu-SP, 2005

NOVAES, F.V. **Noções básicas sobre a teoria da destilação**. Piracicaba: ESALQ, Depto. de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, 1994. 22p.

NOVAES, F. V. et al. I curso de extensão em aguardente de cana. Piracicaba: ESALQ, Depto. **Tecnologia Rural**, 1974.

NYKAMEN, L e NYKAMEN,I. **Rum flavour**. In: Piggott, J. R. **Flavour of distilled beverages: Origin and development**. Florida: Verlag Chemie Internacional, INC., 1983. p. 49-63.

PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar – Utilização e cultivo**. Fundação Cargill, Campinas, v.1 e 2. 1987.

PLANALSUCAR. **Cultura da cana-de-açúcar**. Manual de Orientação. 56p. Piracicaba-SP. 1986.

PRADO, H. **Solos do Brasil**. 275p. 3ª ed. Piracicaba-SP. 2003.

RAIJ, B.V. et al. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed., Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p. 237-239. (Boletim Téc. 100).

SALES, A.C. **Registro de estabelecimento, equipamentos para produção e controle de operação da fábrica de aguardente**. In: CARDOSO, M. das G. Produção de aguardente de cana-de-açúcar. Lavras. Ed. UFLA, 2001. 264p

SEBRAE-MG. **Diagnóstico da cachaça de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2001.

SEBRAE/PR. **Cachaças do Paraná – De gole, em gole...Da cana ao copo**. Curitiba-PR. 2005.

SEGATO, S.V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 415p. Piracicaba-SP. 2006.

SILVA, P.H.A. e NÓBREGA, I. **Physical-Chemical Characterization of Commercial Brands of Brazilian Sugar Cane Spirit**. Technical Quarterly v.38 n.3 p 163-166. 2001.

SILVA, C.A.B. **Produção de aguardente de cana**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes-FUNARBE. Série Perfis Agroindustriais, 4. 1995.

STUPIELLO, J. P. Produção de Aguardente: qualidade da matéria-prima. In: MUTTON, M. J. R., MUTTON, M. A. **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal: Funep, 1992. p.93-132.

TEIXEIRA, C.D.A. **Adubação nitrogenada e potássica em cana-soca, em dois solos do Estado do Paraná**. Curitiba, 2005. 46 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo. Universidade Federal do Paraná.

VARGAS, E.A. e GLORIA, M.B. **Qualidade da aguardente de cana (*Saccharum officinarum*, L.) produzida, comercializada e/ou engarrafada no Estado de Minas Gerais**. Ciência e Tecnol. Aliment. 15(1):43-46. 1995.

WHITING, G. C. Organic acid metabolism of yeast during fermentation of alcoholic beverages - a review. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v.82, p.84-92, 1976.

ANEXOS

ANEXO 1 - Questionário

PERFIL DOS PRODUTORES DE CANA E CACHAÇA EM MORRETES*

Identificação do Proprietário e Propriedade

Entrevistado: _____ Data: _____
 Nome do Estabelecimento: _____
 Endereço: Rua _____ N°.: _____
 Fone: _____ Fax/email/site: _____
 Idade:

< 30 anos ()	31 a 40 ()	41 a 50 ()	51 a 60 ()	> 61 ()
---------------	-------------	-------------	-------------	----------

Caracterização da Propriedade:

1. Caracterize a produção de cana na propriedade do Sr.(a):

É a principal atividade da propriedade hoje em dia ()

É uma atividade secundária ()

Utiliza tudo o que é produzido ()

Utiliza parte da produção e vende o excedente ()

Vende toda a produção ()

2. E há quanto tempo é produtor de cana? |____| |____| |____| anos

3. Recebeu ou recebe orientações técnicas:

() Sim	() Agrônomo ou técnico da revenda	() Não
	() Técnico da Emater	
	() Cooperativa	
() Universidade: Qual? _____		
() Outros: _____		

4. Mão-de-obra para a produção:

Familiar ()	Terceiros ()	Quantos empregados:
--------------	---------------	---------------------

5. O(a) Sr.(a) poderia informar qual a área total da propriedade?

|____| |____| |____| []ha []alq

6. Qual a área utilizada para produção de cana-de-açúcar?

No brejo|_____| []ha []alq

No morro |_____| []ha []alq

Na planície|_____| []ha []alq

7. Como identifica o momento de iniciar a colheita: _____

8. Intervalo ou período de colheita: _____

9. Qual o tipo de colheita que realiza:
 Raso (touceira inteira) Seletivo (Como faz a seleção?) _____
10. Em relação à plantação de cana de açúcar o(a) Sr.(a) pretende para o próximo ano:
a) Aumentar () b) Manter () c) Diminuir ()
11. O(a) Sr.(a) utiliza a prática de análise do solo?
a) Sim () b) Não ()
12. O(a) Sr.(a) utiliza a prática de correção da acidez do solo com calcário?
a) Sim () b) Não ()
13. O(a) Sr.(a) utiliza a prática de conservação do solo? (*)
a) Plantio em nível () b) Curva de nível () c) Faixas de retenção ()
d) Terraços () e) Não utiliza () f) Cobertura do solo ()
14. O(a) Sr.(a) utiliza adubação química do solo?
a) Sim () b) Não () tipo de adubo: _____ Ton. de adubo/ha: _____
15. Em que época o(a) Sr.(a) utiliza a adubação química? (*)
a) No plantio () b) Pós – emergente ()
c) Após cortes () d) Nenhuma época específica ()
16. O(a) Sr.(a) utiliza adubação orgânica do solo?
a) Sim () b) Não () *Tonelada de adubo/ha:* _____
17. Qual o tipo de adubação orgânica o(a) Sr.(a) utiliza? (*)
a) Esterco de gado () b) Esterco de galinha ()
c) Vinhoto () d) Leguminosas ()
e) Outro(s), qual(is)? () _____
18. Em que época o(a) Sr.(a) utiliza a adubação orgânica?
a) No plantio () b) Pós – emergente ()
c) Após cortes () d) Nenhuma época específica ()
19. Realiza controle de pragas, doenças e plantas daninhas?
 Sim – Como: _____ Não
20. Qual variedade de cana de açúcar o(a) Sr.(a) utilizou no último plantio? (*)
21. Qual(s) variedade(s) existe(m) plantada(s) na propriedade?
22. Qual o espaçamento utilizado no cultivo da cana-de-açúcar? (*)
a) de 1,0 m a 1,20 m entre linhas ()
b) de 1,20 m a 1,40 m entre linhas ()
c) Outro, qual? () _____
23. O(a) Sr.(a) utiliza a prática de queima de palhada?

Sim () b) Não ()

24. O(a) Sr.(a) produz cachaça?

a) Sim () b) Não ()

25. O(a) Sr.(a) faz alguma análise na cachaça?

a) Sim () b) Não () Qual: () pH () % álcool () _____

26. Quais resíduos da produção de cachaça são utilizados na propriedade? (*)

a) Vinhaça / vinhoto / restilo () b) Ponta de cana ()

c) Bagaço () d) Nenhum ()

(*) Questões que admitem mais de uma resposta

27. O(a) Sr.(a) comercializa algum(ns) deste(s) resíduo(s) da produção de cachaça?

Sim () Quais? _____ b) Não ()

28. O(a) Sr.(a) fabrica algum outro produto a partir da produção de cana-de-açúcar?

Sim () b) Não ()

29. Quais são estes?

a) Rapadura () Quantidade Kg/ano: _____

b) Melado () Quantidade/ano: _____

c) Garapa () Quantidade litros/ano: _____

d) Açúcar mascavo () Quantidade Kg/ano: _____

e) Outros: Qual(s): _____ Quantidade: _____

30. Quais são os principais 3 problemas que o(a) senhor(a) enfrenta como produtor de cana-de-açúcar no dia-a-dia? (*)

Crise Econômica ()

Legais/jurídicos ()

Capacitação de mão-de-obra ()

Plantas daninhas ()

Doenças ()

Insetos ()

Época de maturação ()

Comercialização ()

Produtividade ()

Outro (). Citar: _____

(*) Questões que admitem mais de uma resposta

ANEXO 2 – Análise química da fertilidade do solo (Análise de rotina + fração argila)

RESULTADO DA ANÁLISE DO SOLO, NOS DEZ SISTEMAS DE PRODUÇÃO, EM DUAS PROFUNDIDADES.

sistema de produção	Profundidade	pH		Al ³⁺ H ⁺ +Al ³⁺			Ca ²⁺ Mg ²⁺ Ca+Mg			K ⁺	SB	T	P			C	V			m	Argila - Classe
		CaCl ₂	SMP	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³				g/dm ³	%	%		%	%			
S01	0 a 20	4,2	5,6	1,4	6,7	1,4	0,8	2,2	0,14	2,34	9,04	3,2	19,6	26	37	35	3				
S02	0 a 20	5,4	6,3	0	4	3,3	1,3	4,6	0,24	4,84	8,84	102	19,6	55	0	20	4				
S03	0 a 20	5,2	6,1	0	4,6	5,2	1,7	6,9	0,56	7,46	12,06	26,6	17,2	62	0	40	3				
S04	0 a 20	4,5	5,6	1,1	6,7	1	0,7	1,7	0,09	1,79	8,49	2,5	21,4	21	38	27,5	3				
S05	0 a 20	4,6	5,7	0,5	6,2	2,1	0,9	3	0,18	3,18	9,38	21,3	17,2	34	14	27,5	3				
S06	0 a 20	5	6	0	5	4,5	1,9	6,4	0,19	6,59	11,59	11,5	14,8	57	0	30	3				
S07	0 a 20	4,4	5,9	0,6	5,4	1,5	1	2,5	0,07	2,57	7,97	7,3	14,8	32	19	40	3				
S08	0 a 20	5,1	6,2	0	4,3	5,1	2,3	7,4	0,09	7,49	11,79	17,6	16,6	64	0	52,5	2				
S09	0 a 20	4,4	5,5	1	7,2	1,5	0,2	1,7	0,09	1,79	8,99	15,8	15,4	20	36	47,5	2				
S10	0 a 20	5,2	6	0	5	2,8	0,7	3,5	0,3	3,8	8,8	210	13,6	43	0	20	4				

ANEXO 3 - Resultados obtidos para a produtividade nos sistemas de produção e ANOVA dos dados.

Talhão ou Tratamento	parcela I	parcela II	parcela III	parcela IV	Total
S01	79,59	68,95	63,90	77,08	289,52
S02	36,84	44,38	46,74	42,90	170,86
S03	51,86	38,31	36,01	46,93	173,11
S04	4,27	9,77	8,87	9,41	32,32
S05	43,61	40,00	90,23	41,40	215,24
S06	101,11	83,78	50,00	74,06	308,94
S07	6,15	4,29	10,61	5,87	26,90
S08	36,61	25,17	40,85	25,07	127,69
S09	46,43	56,96	54,69	40,71	198,79
S10	20,27	17,42	19,88	17,70	75,27
Total	426,73	389,02	421,77	381,14	1618,65

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	21502,46	2389,16	18,25	0,000000071456%
Parc/Trat	30	3926,98	130,90		F =18,25**
Total	39	25429,44			
Média Geral		40,47			
CV		28,27%			

** significativo a 99% de probabilidade

ANEXO 4 - Valores obtidos no Brix do colmo em dez sistemas de produção em duas épocas (dezembro/06 e janeiro/07) e análise de variância (ANOVA).

Talhão ou Tratamento	Dez	Jan	Total	SQdentro
S01	21,0	20,1	41,1	0,405
S02	21,0	20,0	41,0	0,500
S03	22,0	21,0	43,0	0,500
S04	21,1	21,0	42,1	0,001
S05	20,1	20,0	40,1	0,005
S06	20,0	18,0	38,0	2,000
S07	19,5	21,0	40,5	1,125
S08	19,0	18,0	37,0	0,500
S09	22,0	20,2	42,2	1,711
S10	20,0	18,5	38,5	1,125
Total	205,7	197,8	403,4	

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	16,8000	1,8667	2,26	10,974%
Rep./Tratamentos	10	8,2500	0,8250	F =2,26 ^{ns}	
TOTAL	19	25,0500			
Média Geral		20,1500			
CV		4,51%			

ANEXO 5 - Valores obtidos no Brix do caldo em dez sistemas de produção em duas épocas (dezembro/06 e janeiro/07) e análise de variância (ANOVA).

Talhão ou Tratamento	Dez	Jan	Total
T 01	20,50	19,50	40,0
T 02	19,50	18,00	37,5
T 03	21,00	19,00	40,0
T 04	20,00	18,00	38,0
T 05	19,00	18,00	37,0
T 06	19,00	16,00	35,0
T 07	20,50	19,00	39,5
T 08	18,00	17,00	35,0
T 09	21,00	19,00	40,0
T 10	19,00	18,00	37,0
Total	197,5	181,5	379,0

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	17,2000	1,9111	1,30	34,451%
Rep./Tratamentos	10	14,7500	1,4750	F = 1,30 ^{ns}	
Total	19	31,9500			
Média Geral	18,9500				
CV	6,41%				

ANEXO 6 - Resultados de rendimento do caldo em litros/ tonelada de cana, nas duas épocas de avaliação (Dezembro e Janeiro) e análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos.

Talhão ou Tratamento	Jan	Dez	Total
T 01	591,40	462,96	1054,36
T 02	520,83	478,79	999,62
T 03	566,89	510,82	1077,71
T 04	333,33	297,62	630,95
T 05	538,79	528,49	1067,29
T 06	520,83	507,81	1028,65
T 07	538,79	488,28	1027,07
T 08	583,33	500,00	1083,33
T 09	538,31	522,84	1061,15
T 10	521,12	500,00	1021,12
Total	5253,64	4797,61	10051,25

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	81069,032	9007,670	5,44	0,708%
Rep./Tratamentos	10	16570,102	1657,010	F =5,44**	
Total	19	97639,134			
Média Geral	502,562				
CV	8,10%				

ANEXO 7 - Valores obtidos para acidez do caldo e análise estatística (ANOVA).

Tratamento	Dezembro		Média RI	Janeiro		Média RII	Total	SQdentro
	Leitura	Leitura		Leitura	Leitura			
	I	II		I	II			
T 01	5,992	5,693	5,842	7,191	6,891	7,041	12,883	0,718
T 02	5,992	5,693	5,842	5,693	5,693	5,693	11,535	0,011
T 03	4,494	4,195	4,344	8,389	8,689	8,539	12,883	8,797
T 04	1,798	1,798	1,798	2,996	2,696	2,846	4,644	0,550
T 05	3,595	3,296	3,446	4,494	5,093	4,794	8,239	0,909
T 06	2,696	2,696	2,696	2,097	2,397	2,247	4,944	0,101
T 07	1,198	1,498	1,348	4,794	5,093	4,944	6,292	6,463
T 08	2,097	1,798	1,947	6,891	7,191	7,041	8,988	12,971
T 09	2,996	2,696	2,846	8,089	8,389	8,239	11,086	14,542
T 10	3,895	3,595	3,745	8,988	9,288	9,138	12,883	14,542
Total			33,856			60,521	94,377	

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	48,7206	5,4134	0,91	55,275%
Rep./Tratamentos	10	59,6047	5,9605	F = 0,91 ^{ns}	
Total	19	108,3253			
Média Geral		4,7189			
CV		51,74%			

ANEXO 8 - Valor obtidos para acidez do vinho e análise de variância.

Tratamento	Repetição I		Média RI	Repetição II		Média RII	Total	SQdentro
	Leitura	Leitura		Leitura	Leitura			
	I	II		I	II			
T 01	0,28	0,27	0,28	0,35	0,35	0,35	0,63	0,00294146
T 02	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,69	0,00000287
T 03	0,32	0,32	0,32	0,43	0,43	0,43	0,75	0,00634539
T 04	0,32	0,33	0,32	0,33	0,33	0,33	0,65	0,00002585
T 05	0,52	0,51	0,52	0,48	0,49	0,49	1,00	0,00048546
T 06	0,51	0,52	0,51	0,46	0,47	0,47	0,98	0,00103698
T 07	0,43	0,42	0,43	0,38	0,39	0,39	0,81	0,00083016
T 08	0,32	0,33	0,32	0,37	0,38	0,38	0,70	0,00139030
T 09	0,43	0,43	0,43	0,44	0,43	0,43	0,87	0,00000287
T 10	0,43	0,43	0,43	0,46	0,46	0,46	0,88	0,00048546
Total			3,90			4,07	7,96	

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	0,0812	0,0090	6,66	0,328%
Rep./Tratamentos	10	0,0135	0,0014	F =6,66**	
Total	19	0,0947			
Média Geral		0,3981			
CV		9,24%			

ANEXO 9 - Valores obtidos para o teste de rendimento da fermentação nos dez sistemas de produção em duas épocas de avaliação e análise de variância dos resultados obtidos (ANOVA).

Tratamento	Repetição I		Média RI	Repetição II		Média RII	Total	SQdentro
	Leitura I	Leitura II		Leitura I	Leitura II			
T 01	5,60	5,45	5,53	6,60	6,30	6,45	11,98	0,4278
T 02	4,10	4,10	4,10	8,30	8,10	8,20	12,30	8,4050
T 03	5,45	5,20	5,33	7,00	6,90	6,95	12,28	1,3203
T 04	5,75	5,75	5,75	6,30	6,00	6,15	11,90	0,0800
T 05	6,60	6,60	6,60	8,90	9,00	8,95	15,55	2,7613
T 06	5,20	5,30	5,25	8,50	8,35	8,43	13,68	5,0403
T 07	5,30	5,20	5,25	7,50	7,20	7,35	12,60	2,2050
T 08	3,90	4,00	3,95	6,90	7,00	6,95	10,90	4,5000
T 09	7,00	7,20	7,10	7,65	7,65	7,65	14,75	0,1513
T 10	6,80	6,60	6,70	7,10	7,00	7,05	13,75	0,0613
Total			55,55			74,13	129,68	

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	9,2094	1,0233	0,41	90,224%
Rep./Tratamentos	10	24,9522	2,4952	F = 0,41 ^{ns}	
Total	19	34,1616			
Média Geral		6,4838			
CV		24,36%			

ANEXO 10 - Valores obtidos para acidez da cachaça nos dez sistemas de produção e duas épocas de avaliação e resultado da análise de variância (ANOVA).

Tratamento	Repetição I		Média RI	Repetição II		Média RII	Total	SQdentro
	leitura 1	leitura 2		leitura 1	leitura 2			
T 01	5,693	5,992	5,842	10,486	10,187	10,337	16,179	10,099
T 02	5,992	5,693	5,842	6,292	5,992	6,142	11,984	0,045
T 03	5,093	4,794	4,944	9,588	9,887	9,737	14,681	11,490
T 04	5,693	5,393	5,543	6,891	7,191	7,041	12,584	1,122
T 05	8,089	8,389	8,239	8,988	9,288	9,138	17,377	0,404
T 06	10,786	10,486	10,636	9,588	9,887	9,737	20,373	0,404
T 07	9,588	9,887	9,737	6,591	6,891	6,741	16,479	4,488
T 08	8,389	8,689	8,539	8,689	8,988	8,838	17,377	0,045
T 09	7,790	7,490	7,640	8,089	8,389	8,239	15,879	0,180
T 10	7,790	8,089	7,940	9,588	9,887	9,737	17,677	1,616
Total			74,903			85,688	160,591	

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	9	27,7557	3,0840	1,03	47,674%
Rep./Tratamentos	10	29,8921	2,9892	F = 1,03 ^{ns}	
Total	19	57,6478			
Média Geral		8,0295			
CV		21,53%			